

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I
G 0 9 B 9/04	A	7517-2C	
19/16		7517-2C	

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 25 頁)

(21)出願番号 特願平6-500652  
 (86)(22)出願日 平成5年(1993)5月21日  
 (85)翻訳文提出日 平成6年(1994)11月22日  
 (86)国際出願番号 PCT/US93/04845  
 (87)国際公開番号 WO93/24915  
 (87)国際公開日 平成5年(1993)12月9日  
 (31)優先権主張番号 888,375  
 (32)優先日 1992年5月22日  
 (33)優先権主張国 米国(US)  
 (31)優先権主張番号 018,950  
 (32)優先日 1993年2月17日  
 (33)優先権主張国 米国(US)

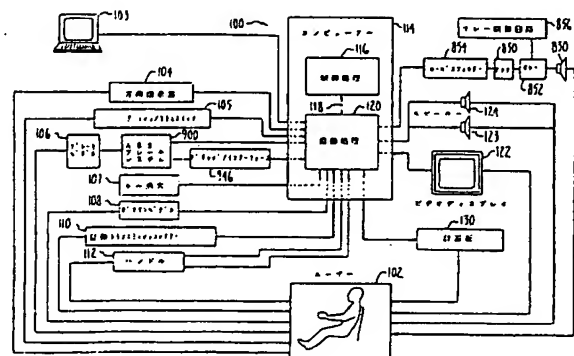
(71)出願人 アタリ ゲームズ コーポレーション  
 アメリカ合衆国 95035, カリフォルニア  
 ミルピタス, シカモア ドライブ 675  
 番地  
 (72)発明者 コバーマン, ノーマン, エス.  
 アメリカ合衆国, 94306, カリフォルニア,  
 パロ アルト, ロス ロベルス アベニュー  
 768番地  
 (72)発明者 グレイ アラン, スコット  
 アメリカ合衆国, 94807, カリフォルニア,  
 サニーベル, ユニット 23, クレセント  
 アベニュー 416番地  
 (74)代理人 弁理士 遠山 勉 (外3名)

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 成績データのフィードバックを備えたドライバー訓練システム

## (57)【要約】

シミュレートした乗り物のユーザー(102)用のドライバー訓練システム(100)。システム(100)には、シミュレートした乗り物を制御する入力装置(104-112)と、3次元グラフィックを有するビデオディスプレイ(122)と、コンピューター(114)と、入力装置に基づいて位置情報を決定する模倣ソフトウェアと、一日の時間、天候状態、入力装置に乗り物を操作する際、通常に体験するフィードバックをシミュレートする現実の操作フィードバックのソフトウェアと、回帰型の訓練用ソフトウェアとを含み、関連する成績データ(182-188)とともに、環境を通した現在のルート(192)と同時に環境を通した以前のルート(180)とをディスプレイする。回帰型の訓練用ソフトウェアのもうひとつの側面は、以前のルート(180)と現在のルート(192)とのいずれかを再現し、入力装置(112)のひとつを制御し、ユーザー(102)に実際にフィードバックする。そしてユーザー(102)は、乗り物の操作技術に関連するパラメーターを漸増的にしかも繰り返してできるだけ大きくする。好適実施例



は、シミュレーション・ユーザーの座席(802)に隣接するエンクロージャー(828)に搭載する低周波スピーカー(830)を有する低周波音響システム(800)を含む、座席を通して、対象物との衝突など道路の感触の手がかりが、コンピューター(114)から受信する信号に回答してユーザー(102)に伝達する。本発明の別の側面は、コンピューター(114)から受信した信号に回答してブレーキ・ペダル(106)にかかるアンチロック・ブレーキの感触を、ユーザー(102)にシミュレートするシステム(900)。ドライバー訓練システム(100)は乗り物のシミュレーターとして具体化することができる。

と、

入力装置に回答して、シミュレートした環境でシミュレートした乗り物の位置情報を決定する模倣手段と、

ユーザーにシミュレートした環境の画面を示すビデオ・ディスプレイと、  
シミュレートした入力装置の選択したひとつを介してユーザーにフィードバックする手段と、

前記の位置情報に回答して、ユーザーに低周波の音を供給する手段とを具備することを特徴とする、シミュレートした乗り物のユーザー用のドライバー訓練システム。

6. 前記の選択したシミュレートした入力装置がブレーキ・ペダルであることを特徴とする請求項5記載のドライバー訓練システム。

7. 前記のフィードバック手段がアンチロック・ブレーキ・システムを表示する感触を与えることを特徴とする請求項7記載のドライバー訓練システム。

8. 前記のフィードバック手段が、  
ブレーキ・ペダルに搭載し、ユーザーがブレーキ・ペダルを踏む力を示す信号をプロセッサに送り、いつアンチロックのブレーキの感触をシミュレートすべきかを判断するセンサーと、

プロセッサからの信号に回答してブレーキ・ペダルを振動するソノイドとを具備することを特徴とする請求項7記載のドライバー訓練システム。

9. 前記の音を供給する手段が、  
低周波音を表現する信号を格納する手段と、  
信号格納する手段から検索する信号を処理する手段と、  
前記の処理手段から受信した信号を低周波音に変換する手段とを具備することを特徴とする請求項5記載のドライバー訓練システム。

10. 前記の信号を格納する手段が、対象物と衝突する、シミュレートした乗り物の物理的な感じを表現する信号を含むことを特徴とする請求項9記載のドライバー訓練システム。

11. 格納した信号がデジタル信号を含み、  
前記の信号を処理する手段が、

請求の範囲

1. シミュレートした乗り物を制御する複数のシミュレートした入力装置と、ユーザーにシミュレートした環境の画面を示すビデオ・ディスプレイと、入力装置に回答して、シミュレートした環境でシミュレートした乗り物の位置情報を決定する模倣手段と、

前記の位置情報に回答して、シミュレートした環境を通過するシミュレートした乗り物の現在のルートをビデオディスプレイにディスプレイする手段と、

シミュレートした入力装置の少なくとも一つに回答して、ビデオディスプレイに、現在のルートにおいて、選択した時点での入力装置の複数の状態をディスプレイする手段とを具備することを特徴とする、シミュレートした乗り物のユーザー用のドライバー訓練システム。

2. 入力装置の状態をディスプレイする手段が、以前のルートから入力装置の状態を検索し同時にディスプレイするメモリーを含むことを特徴とする請求項1記載のシステム。

3. 入力装置の状態をディスプレイする手段が、現在のルートの入力装置の状態をメモリーに格納する、ユーザーの選択可能な手段を含むことを特徴とする請求項2記載のシステム。

4. シミュレートした乗り物を制御する複数のシミュレートした入力装置と、ユーザーにシミュレートした環境の画面を示すビデオ・ディスプレイと、入力装置に回答して、シミュレートした環境でシミュレートした乗り物の位置情報を決定する模倣手段と、

前記の位置情報に回答して、シミュレートした環境を通過するシミュレートした乗り物の現在のルートをビデオディスプレイにディスプレイする手段と、

現在のルートと少なくともひとつの入力装置の複数の状態とを、メモリーに格納する手段と、

現在のルートをビデオディスプレイに再現し、メモリーに格納した状態にしたがって、入力装置を動かす手段とを具備することを特徴とする、シミュレートした乗り物のユーザー用のドライバー訓練システム。

5. シミュレートした乗り物の操縦を制御する複数のシミュレートした入力装置

信号格納手段からデジタル信号を受信するデジタル・アナログ変換器と、

前記の変換器からアナログ信号を受信するフィルターと、  
フィルターからフィルター処理した信号を受信する増幅器とを具備することを特徴とする請求項9記載のドライバーの訓練システム。

12. 前記のフィルターがローパス・フィルターであることを特徴とする請求項11記載のドライバー訓練システム。

13. 前記の信号を変換する手段が、  
チャンバに音声信号を供給するスピーカーと、  
チャンバに接続し、音声信号に回答して振動する半剛性の振動板とを具備する請求項9記載のドライバー訓練システム。

14. ビデオディスプレイを有するコンピューターで複数の多角形をかすみさせる方法において、  
多角形のひとつを選択し、

かすみの数値を、かすみの数値 =  $(z * k_{val}) / dim_{val}$  ( $z$  はカメラの位置と多角形の距離、 $k_{val}$  は定数、 $dim_{val}$  は完全なかすみである) という公式として計算し、

陰影の数値を、光源ベクトルと多角形の平面に対する法線のドット積として計算し、

かすみの数値と陰影の数値から、ディザ・カラーのオフセットのためディザ・テーブルに索引をつけ、

ディザ・カラーのためにベース・カラーをディザ・カラーのオフセットに付加し、

選択した多角形の位置に基づき、ディザ・カラーのディザ・パターンを決定し、

ディザ・パターンを用いて、ビデオディスプレイに選択した多角形を描くことを含むことを特徴とする方法。

15. ハンドル用の方向指示器アセンブリーにおいて、  
レバーと、

フレームと、  
レバーの一端にしっかり接続し、旋回点を中心として、フレームに軸方向に  
接合するリテーナプレートと、

フレームの中ぐりに搭載され、バイアスをかけられたプランジャーと、  
前記のアセンブリーの中に位置し、リテーナプレートのへこみに選択して  
係合する手段と、

ハブ領域に接続する取付ピンであって、前記のハブ領域はハンドルに接続し、  
一方向に回転するプランジャーを中ぐりに押し込み、別の方向に回転すると解除  
したプランジャーを押圧して回転止めを解除したり再係合する取り消しピンとを  
具備するハンドル用の方向指示器アセンブリー。

#### 16. 入力装置のセットと、

入力装置から入力信号を受信するコンピューターと、  
コンピューターが実施し、入力信号をシミュレートした環境表示の出力信  
号に選択して変換する制御処理と、

出力信号をフィルター処理するローパスフィルターと、  
フィルター処理した信号を増幅する増幅器と、  
増幅した信号を受信し、低周波信号を発生するスピーカーと、  
空気を詰めたブラダーを有し、ブラダーの中の空気と機械的に接続するよ  
うにハウジングとを具備することを特徴とする低周波音発生器。

#### 17. 座席と、

複数の入力装置と、  
入力装置から入力信号を受信するコンピューターと、  
コンピューターが実施し、入力信号を選択して、複数の出力信号に変換す  
る制御処理と、

出力信号を座席に伝達する変換器とを具備することを特徴とする低周波音  
システム。

18. アンチロック・ブレーキ・システムの操作中にブレーキ・ペダルの物理的  
な感触をシミュレートするシステムにおいて、

いつブレーキ・ペダルを踏んだかを検知する手段と、

## 明 細 書

### 成績データのフィードバックを備えたドライバー訓練システム

#### 発明の分野

本発明は既して訓練の自動化に関し、特に乗り物のシミュレーターに関する。

#### 発明の背景

乗り物のシミュレーターとは、環境での乗り物の運転状況をシミュレーション  
するシステムと定義することができる。シミュレートする乗り物が自動車である  
場合、乗り物は普通、ハンドル、ギヤ・シフト、アクセル・ペダル、ブレーキ・  
ペダルなど通常の自動車の制御装置を搭載している。一般的に、この乗り物は、  
典型的には道路などの環境でシミュレーションするようになっている。この場合  
環境とは、霧や雪などの天候状態なども含む場合がある。自動車以外にシミュレ  
ーションできる他のタイプの乗り物としては、飛行機、船舶、水中船、宇宙船な  
どがある。

乗り物のシミュレーターは、乗り物のオペレーターを効率的に訓練する手段に  
なる。乗り物のオペレーターは乗り物の現実世界での運転に内在する危険にさら  
されることなく、シミュレーターから、特定の状態で乗り物がどのように動くか  
を安全に学ぶことができる。シミュレーター上で間違えることから得る経験は、現  
実の状況の中で間違った運転のために発生する乗り物の破損やオペレーターが怪  
我をするなどの内在する危険と比べると貴重である。例えば、警察の訓練に適用  
した場合、生徒は警察のパトロール・カーの境界や追跡の方針を、学ぶことがで  
き、現実の訓練に伴う危険を犯さずにこうした分野で試験をができる。

ある意味で、シミュレーターを用いれば、道路規則についてのオペレーターの知  
識に関する試験と、オペレーターの乗り物の使い方の試験との間のバランスを取  
ることができる。オペレーターの知識に関する試験はペーパー試験や口頭試験で  
行うのが普通であり、好都合でもある。

しかし試験というものは、オペレーターの訓練には有用性に限界がある。例え  
ば、オペレーターの反射運動は全く試験されることはない。さらには、このよ  
うな試験は、現実の意思決定に必要な技術を選択的にアドレスすることはできない。

検知する手段に依存して、アンチロック・ブレーキ・システムの作動を決  
定する手段と、

決定手段に依存し、アンチロック・ブレーキ・システムを示すフィードバ  
ックをブレーキ・ペダルに供給する手段とを具備するシステム。

オペレーターの安全や乗り物の破損に関する危険に加え、実際の乗り物の運転  
を用いた訓練には別の落とし穴がある。第1にインストラクターの時間コストは、  
法外である。さらには、宇宙船や水中船など特定の乗り物は、訓練用に使用する  
ことはできない。最後に、生徒が現実の状況の中で実際の乗り物で訓練する場合、  
常に事故の危険がある。例えば、空の駐車場での車の運転を学ぶなど、恵まれた環  
境の中で、ある程度の訓練を行うが、オペレーターの訓練の早い時期に、非現実  
的な環境の中で運転することがもはや有用ではなく、実際のでもない時期がやっ  
て来る。

乗り物のシミュレーターは、オペレーターに現実的な環境を提供するという問  
題にアドレスするものである。しかし、既存の訓練システムの主な欠点は、それ  
らのシステムが増分学習の現実的なフィードバックにはならないという点である。  
例えば、大部分の公知のシステムでは、運転中に以前にその乗り物を使用した時  
に比べてどれくらい進歩したかを即座に測定する方法がないということである。

ビデオ・アーケード・ゲームは、ある程度ユーザーにフィードバックする別の  
技術である。アーケード・ゲームは、アーケード・ホール、劇場、空港やユーザ  
ーがゲームをして楽しむその他の場所といった公共の場所に通常置かれている。  
ビデオ・ディスプレイを利用するアーケード・ゲームは、「ポン」として知られ  
る櫃でボールがラインを越えるように跳ね返すという簡単なゲームから始まり、  
今はかなりの間広まっている。しかし時間の経過とともに、ビデオ・アーケード  
・ゲームは、一層洗練され、現実的になっている。

アーケード・ゲームは限られた空間を占めるハウジングを備えているため、ゲ  
ームのコンピューター装置は、空間が厳密に制限されている。さらに、ユーザー  
の関心は、シミュレーターで把握し維持しなければならない。したがって、処理  
をリアルタイムで行う必要がある。スペースや時間の目標を越える場合には、ゲー  
ムにリアリズムを注入することが一層困難になるのである。

多くの意味において、米国カリフォルニア州ミルピタスの Atari  
Games Corp. の製造・販売するハード・ドライブ（登録商標）とい  
うアーケード・ゲームのリアリズムにおける技術水準を示している。ゲームの物  
理的な構成には、クラッチ、ブレーキ、ガソリン・ペダル、ギヤ・シフト、ハン

ドルなどを含む。ユーザーあるいはドライバーは、運転環境の3次元図示を備えたビデオ・ディスプレイと、運転の現実的な音を発生するスピーカからフィードバックの応答を与えられている。多数のマイクロプロセッサとメモリーを具備するデジタル・プロセッサは、ユーザー入力とフィードバック応答との間のインターフェースである。

シミュレーターやアーケード・ゲームの訓練の可能性は、生徒がユーザーのフィードバックを有する場合最高となる。可能なフィードバックのひとつの形態は、シミュレーターやゲームのビデオ・モニターにいろいろな成績の数字をディスプレイすることである。これらの成績の数字とは、トラック、トップ・スピード、ポイントなどを完了するためにかかった時間のことである。しかしこのようなタイプの情報は、改良のためにはどのような場所やパラメーターが必要であるかを生徒に知らせるものではない。さらには、図によるフィードバックは、数字や一連の数字より一層生徒の注意を喚起し、保持する。したがって、生徒がインストラクターにより設定された標準と定期的にどのように比較するか、あるいはインストラクターの標準的なセットにどこで行き着き、どのようなパラメーターが必要かを示す成績データを図によりフィードバックする必要がある。また現実的な乗り物のシミュレーターやアーケード・ゲームが、オペレーター/ユーザーとインストラクター/チャンピオンによりフィードバックを擬人化する擬人化フィードバックする必要がある。

乗り物のシミュレーターのなす訓練の効率を高めるため、シミュレーターが、特定の状況でさまざまな乗り物の制御装置を操作する効果を現実的にシミュレートすると同じように、乗り物を運転する感覚をシミュレートすることを保証する必要がある。乗り物を運転する感覚を現実的にシミュレートすることとは、乗り物がシミュレートした環境の中を運行する際のその乗り物の感覚をシミュレートすること、実際に使用する際のさまざまな乗り物の制御装置の感覚をシミュレートすることを含む。入力装置が現実のものと同じように感じたり、作用する場合、生徒はシミュレーターから実際の乗り物に移動する場合、入力装置のために、最小限の困難にしか出会わないはずである。自動車、トラックあるいは類似する乗り物では、ステアリング・コラムにはいくつかの制御装置を搭載し

ている。これらの制御装置は、しばしばギヤ・シフト・レバーであったり、方向指示器のレバーであったりする。方向指示器レバーは、ドライバーが動かし、ターンが実質的に完了するまで方向指示器を作用する。ターンを実質的に完了すると、取消し機構により、方向指示器の作用を終了する。シフト・レバーには、どのギヤを選択しているかを示す表示器がついており、この表示器はドライバーがギヤをシフトしたことに反応して動く。このように、現実の乗り物の入力装置のように感じたり作用する入力装置が、シミュレーターやアーケード・ゲームには必要である。

自動車のシミュレーターでは、自動車が出会いそうな多様な道路表面や対象物の感覚を、オペレーターに伝達することができれば、シミュレーターの行う訓練の効果は高められるだろう。具体的には、シミュレートした自動車はシミュレーションの領域のどこにあり、シミュレートした自動車はその領域の中で何に接触するかなどを基として、いろいろな道路の感触の鍵を生成するシステムが必要である。

従来技術のシミュレーターが環境の中で動く乗り物の感覚をシミュレートしようとした例を、モリシマに対する米国特許第4,574,381号に示す。モリシマでは、大砲を用いたゲームにライブなアクションの感覚を与えるために構成したビデオ・ゲーム用の音響システムを開示する。この音響システムは、ユーザーの頭部の周囲に搭載したいくつかの音響スピーカと、ユーザーの座席の下に搭載した低周波のスピーカとを含む。ライブなアクションの感覚は、大砲の音を生じる音響スピーカを並べて取り付けることにより、つり出すことができる。それにより、接近する大砲の砲撃の音の路覚をつくり出している。砲撃が命中すると、爆発音の低周波部をユーザーの座席の下に搭載する低周波スピーカに伝達する。すると低周波スピーカにより、爆発音の直接的な結果として座席が振動することになる。

モリシマ特許で開示したシステムのひとつの欠点は、座席の振動と爆発音が個別に発生しないという点である。すなわち、振動は爆発音の低周波成分の直接的な結果である。関連する音の低周波成分を伝達することにより物理的なフィードバックを発生すれば、そのようなフィードバックを十分に大きな低周波成分に限

定して、座席を振動させる。したがって、大きな低周波成分を持たないシミュレーションの間に起こる出来事の感覚は、ユーザーには表示されない。したがって、特定の環境で乗り物をシミュレートすることができ、大きな低周波成分を含む音声では必ずしも達成することができないさまざまなシミュレートした出来事に基づいて、物理的なフィードバックができるシステムが現在必要である。

自動車のシミュレーターにおいて、実際のブレーキ・ペダルを押した時の感覚に非常に近くなれば、シミュレーターで行う訓練の効率性を一層高めることができるだろう。さらに、自動車のシミュレーターにおいてブレーキ・ペダルを一定の重押し効果は、オペレーター（ユーザー）が観察通り、実際の自動車でブレーキ・ペダルを同じ量押したことの効果に非常に近いはずである。

今日の自動車の多くは、アンチロック・ブレーキ・システム（ABS）を備えている。ABSは、ブレーキ操作の間自動車の制動性を高めるため自動車に付加した安全装置である。ABSを搭載しないブレーキが突然かけられ、又は大きな力が付与されると、ブレーキのロックがかかり、結果的に自動車は制動不能なスキッドに遭遇することがよくある。自動車の前進方向のモーメントがタイヤの速度を越える場合、自動車のタイヤは横滑りして、横滑り状態のまま舗装道路を前進方向に引きづる。ABSはいつタイヤが舗装道路を横滑りするか感知してこうした制動不能な横滑りを防止する役目を果たし、タイヤの回転を遅くしながら、舗装道路をタイヤが回転しつづける程度に車輪にブレーキをかけて生じる停止圧力を減じる。ABSはブレーキのロックアップを防止しながら、通常の場合、タイヤの回転速度を遅くしようとする際にタイヤにかかるブレーキの力を増減させる。このようなブレーキの力増減の間を変動することにより、ブレーキをかけている間に、ブレーキペダルが独特の振動をするようになる。

現在の、公知の乗り物のシミュレーターでは、ABSブレーキの感覚や効果をシミュレートしない。しかしABSブレーキを装備した自動車を運転する運転者は、初めてABSブレーキを装備した乗り物のブレーキ・ペダルの感覚を体験した時には驚いて、乗り物のブレーキをかけるのが必要な時に、ブレーキの操作をやめてしまう。したがって、ABSブレーキを装備した自動車をシミュレートするシミュレーターがないことは、運転訓練用シミュレーターに関する従来

技術のもうひとつの欠点となっている。

シミュレーターによる訓練は、乗り物のシミュレーターで正確に大気の状態を再現できれば改善できる。例えば、空気中の粒子や、空中の太陽の位置でできる大気の状態により、運転手の感知する環境の色彩が和らぎ、変質したりする。色彩の変化はスクリーンや画像を覆う格子状の膜によるものと考えることができる。色彩変化のこのような視覚上の記号はかすみと今後呼ぶが、シミュレーターを一層リアルなものとし、ユーザーが変化する環境状態の中で自分の運転能力を試験することができる。

夜の運転は運転能力を実践し試験するのに望ましい別の状況である。対象物がヘッドライトで照らされているため、対象物が暗闇の中から見えるようになる。そしてユーザーが、対象物に接近すると、一層明るく見え一層容易に知覚できるように。運転手の中には、対象物がヘッドライトの照らす範囲にない道路に対象物があった場合に、安全に停止できない速度で運転するという問題がある場合がある。シミュレーターを用いてこうした効果を安全な状態で体験して、実際にはどのようにしてこの状態に対処するかを知ることが望ましい。したがって、例えば、夜明け、昼間、夕暮れ、夜などの一日の時間帯や霧や雪などの天候をエミュレートする能力のあるシミュレーターがあれば、ユーザーはほとんどどのような運転の状況でも体験する機会を得ることができる。

かすみや最悪とは言えない大気の状態をシミュレートすることは、霧中の飛行や、その他の霧中の飛行をシミュレートする現在の軍用シミュレーターの中に用いているものがある。しかし公知のシミュレーターでは、こうした効果を再現するためには、解像度の高いビデオ・ディスプレイを初めとする高価なコンピュータのハードウェアが必要である。

さらには、霧、スモッグ、夕暮れなどの大気の状態のシミュレーションは、ビデオ・ディスプレイで無限の解像度を持ち完備で、例えば、微細な滴や顆粒を画面に交互に重ねることができる。また、人間の目をあざむいて、より早い速度でビデオ・フレームを更新して、実際よりも解像度の高いビデオを見せるようにすることができる。不幸なことに、現在のビデオ・システムの大部分は、解像度が限られ、ビデオの更新の速度が遅い。さらに、ビデオ・ディスプレイでの色彩

の選択には、ビデオ・メモリーの制限のためにしばしば限界がある。

前記のような問題の為に、大気の状態により色彩を変化させる視覚記号がついた現実的な訓練を希望するユーザーは、高価な設備を使用するか、あるいは何もなしで訓練するかのいずれかをしなければならぬ。したがって、即座に利用することができ、手ごろな価格のビデオ・ディスプレイのシステムを用いて大気の状態に近い状態をつくり出すことができる能力を有する運転のシミュレーターは、運転手の訓練において大きな利益となる。

#### 発明の概略

前記の要求はシミュレートした乗り物のユーザーのためのドライバー訓練システムに利用した本発明により満たされる。このドライバー訓練システムは、シミュレートした乗り物の運転を制御する複数のシミュレートした入力装置からなり、ユーザーにシミュレートした環境の画面を示すビデオ・ディスプレイと、シミュレートした環境の中で乗り物の位置と運転特性を模倣する入力装置からの入力にตอบสนองする手段とを含む。

本発明の一つの好適実施例において、シミュレートした乗り物は、自動車であり、この実施例のシステムは、道路手がかりをユーザーに伝えなければならない地点にいつシミュレートした領域の乗り物があるかを判断する手段を含む。この地点でシステムはメモリーから道路の手がかりのデジタル信号を呼び出し、デジタル信号をアナログ信号に変換して、このアナログ信号をローパス・フィルターで処理し、増幅する。増幅した低周波信号は、スピーカーの振動板がユーザーの座席に連結するエンクロージャーの中の気密性の本体とつながる低周波スピーカーに送られる。そして信号によって、スピーカーの振動板が振動し、エンクロージャーの中の空気を平行移動させ、圧縮する。エンクロージャーの中の空気を圧縮平行移動することにより、エンクロージャーの不可欠な部品である一片の可とう性を持つ材料からなる半剛性の振動板が振動する。ユーザーがすわる座席が半剛性の振動板に連結しているため、ユーザーは半剛性の振動板の振動を感じる。

本発明の別の側面において、自動車に使用するように構成したシステムがあり、このシステムは、ABSのブレーキ・システムを現実世界の自動車で作動させる

ようなやり方でシミュレーターのユーザーがブレーキをかけるのはいつかを感知するシステムである。したがって、このシステムはブレーキ・ペダルに機械的な振動や鼓動を引き起こし、ABSのブレーキ・システムを装備した現実世界の自動車と同じブレーキをかける状態で発生するブレーキ・ペダルの応答をシミュレートする。

本発明は、シミュレートした乗り物のユーザー用のドライバー訓練システムを含み、同システムはシミュレートした乗り物を制御する複数のシミュレートした入力装置と、ユーザーにシミュレートした環境の画面を示すビデオ・ディスプレイと、シミュレートした環境の中でシミュレートした乗り物の位置情報を判断する入力装置にตอบสนองする模倣手段と、位置情報にตอบสนองして、ビデオ・ディスプレイにシミュレートした環境を通じてシミュレートした乗り物の現在のルートをディスプレイする手段と、少なくとも一つのシミュレートした入力装置にตอบสนองして、現在のルートで選択した時間に、ビデオ・ディスプレイに入力装置の複数の状態をディスプレイする手段とを具備する。

本発明の別の側面において、シミュレートした乗り物のユーザー用の運転手訓練用のシステムがあり、同システムはシミュレートした乗り物を制御する複数のシミュレートした入力装置と、ユーザーにシミュレートした環境の画面を示すビデオ・ディスプレイと、シミュレートした環境の中でシミュレートした乗り物の位置情報を判断する入力装置にตอบสนองする模倣手段と、位置情報にตอบสนองして、ビデオ・ディスプレイにシミュレートした環境を通じてシミュレートした乗り物の現在のルートをディスプレイする手段と、現在のルートとメモリーの中の少なくともひとつの入力装置の複数の状態を格納する手段と、ビデオ・ディスプレイに現在のルートを再現し、メモリーに格納した状態に従い、入力装置を動かす手段とを具備する。

本発明の別の側面では、ビデオ・ディスプレイと、複数の多角形に陰影をつける方法であって、多角形のひとつを選択し、かすみの数値を、かすみ数値 =  $(z * Kva) / \text{dimval}$  ( $z$ はカメラの位置と多角形の距離、 $Kva$ は定数、 $\text{dimval}$ は完全なかすみを示す) という数式で計算し、陰影の数値を光源ベクトルと多角形の法線のドット積として計算し、ディザー・テーブルをか

すみの数値と陰影の数値で索引をつけるディザー・カラーをオフセットし、選択した多角形の位置に基づいて、ディザー・カラーのディザー・パターンを決定し、ディザー・パターンを用いてビデオ・ディスプレイに選択した多角形を描くことからなる方法とがある。

本発明の別の側面では、ハンドル用の方向指示器のアセンブリがあり、同装置は、レバーと、フレームと、レバーの一端に接続し旋回点の回りでフレームに軸方向に連結するリテーナプレートとフレームの中ぐりに搭載しバイアスがかかったプランジャーと、ハブ領域に結合する取消しピンとを具備し、前記のハブ領域はハンドルに結合し、ハブ領域を一方方向に回転すると、プランジャーが中ぐりに押し込まれ、ハブ領域を別方向に回転すると、解除したプランジャーを押しつけ、戻り止めを解除したり係合したりすることを特徴とする。

本発明のさらに別の側面において、低周波音発生器があり、同発生器は一セットの入力装置と、入力装置から入力信号を受信するコンピューターと、コンピューターが実施し入力信号を、シミュレートした環境を表示する出力信号に変換して変換する制御処理と、出力信号をフィルターするローパス・フィルターと、フィルターで処理した信号を増幅する増幅器と、増幅信号を受信して低周波音を発生するスピーカーと、隙間のないブラダーを有し、スピーカーが固定され、ブラダーの中の空気と機械的につながるハウジングとを具備する。

本発明の別の側面では、シミュレートした乗り物のユーザー用のドライバー訓練システムがあり、同システムはシミュレートした乗り物の運転を制御する複数のシミュレートした入力装置と、シミュレートした環境の中でシミュレートした乗り物の位置情報を判断する入力装置にตอบสนองする模倣手段と、ユーザーにシミュレートした環境の画面を示すビデオ・ディスプレイと、シミュレートした入力装置の選択したひとつを通じて、ユーザーにフィードバックする装置と、位置情報にตอบสนองしてユーザーに低周波音を与える手段とを具備する。

本発明のさらに別の側面では、低周波の音声システムがあり、同システムは、座席と、複数の入力装置と、入力装置から入力信号を受信するコンピューターと、コンピューターが実施し、入力信号を複数の出力信号に変換して変換する制御処理と出力信号を座席に伝える変換器とを具備する。

本発明の別の側面では、アンチロック・ブレーキ・システムの作動中にブレーキ・ペダルの物理的な感覚をシミュレートするシステムがあり、同システムは、ブレーキ・ペダルをいつ押したかを感知する手段と、その感知手段にตอบสนองして、アンチロック・ブレーキ・システムの作動を判断する手段と、その判断手段にตอบสนองして、ブレーキ・ペダルにアンチロック・ブレーキ・システムを表示するフィードバックを与える手段とを具備する。

本発明のこれらの目的や特徴やその他の目的や特徴は、次に示す記載や添付図面を参照して付加した特許請求の範囲から、一層十分に明かになって来る。

#### 図面の簡単な説明

- 図1は本発明の現在の好適なドライバー訓練システムのブロック図である。
- 図2は図1のドライバー訓練システムのビデオ・スクリーン・ディスプレイの搭載するビデオ・スクリーン・ディスプレイに対応するステアリング・トラック上のレーン変更コースをうまく操縦する四のユーザー用両面を示す斜視図である。
- 図3は図2のレーン変更コースを示す上面図である。
- 図4aは図3に示すレーン変更コースを通過するインストラクターの進路の概略評価の画面を示す略図である。
- 図4bは図3に示すレーン変更コースを通過するインストラクターの進路に重なる生徒の進路の概略評価の画面を示す略図である。
- 図5は図3に示すレーン変更コースを通る再現モードにおけるユーザー用画面の略図である。
- 図6は図3に示すレーン変更コースを通る再現モードにおけるユーザーのシミュレートした乗り物の鳥瞰図である。
- 図7は図1に示すドライバー訓練システムのメイン・メニューの略図である。
- 図8は図1に示すドライバー訓練システムのトラック・メニュー・スクリーンの略図である。
- 図9は図1に示すドライバー訓練システムの乗り物メニュー・スクリーンの略図である。
- 図10は図1に示すドライバー訓練システムの天候メニュー・スクリーンの略図である。

図である。

図 11 は図 1 に示すドライバー訓練システムの命令選択メニュー・スクリーンの略図である。

図 12 は図 1 に示す制御処理の一部を形成する「実施制御」機能を示すフローチャートである。

図 13 は図 12 に示す「実施制御」機能が用いる「ブロッコード初期化」機能のフローチャートである。

図 14 は図 12 に示す「実施制御」機能が用いる「コーン」機能のフローチャートである。

図 15 は図 14 の「コーン」機能が用いる「選路評価」機能のフローチャートである。

図 16 は図 14 の「コーン」機能が用いる「理想的な進路再現」機能のフローチャートである。

図 17 は図 14 の「コーン」機能が用いる「生徒の上からの視野の再現」機能のフローチャートである。

図 18 は図 14 の「コーン」機能が用いる「理想的な進路セーブ」機能のフローチャートである。

図 19 は図 14 の「コーン」機能が用いる「速度再現」機能のフローチャートである。

図 20 a、20 b、20 c は図 1 に示すドライバー訓練システムの大気状態の側面に近い状態を示すスクリーン・ディスプレイの略図である。

図 21 は図 12 に示す「実施制御」機能の「対象物ディスプレイ」機能で用いる大気の状態に近い状態あるいは「大気的作用」機能を示すスクリーン・ディスプレイの略図である。

図 22 は図 1 に示すドライバー訓練システムのシミュレートした乗り物用の機械入力装置と計器板とのセットの略図である。

図 23 は図 22 に示す方向指示器レバー用の方向指示器アセンブリの略図である。

図 24 は座席と、スピーカーを座席の下にあり断面を示す、フロア搭載のベ

ースに搭載する低周波スピーカー・アセンブリの現在の好適実施例の側面図である。

図 25 は図 24 の 25-25 の線で断面を取った低周波スピーカー・アセンブリのベースの上面図である。

図 26 は図 24 に示す低周波スピーカーに接続するリレー・コントロール回路の現在の好適実施例のひとつを示す電気略図である。

図 27 はスピーカーを座席の後ろに搭載した、本発明のドライバー訓練システム用の低周波スピーカー装置の現在の好適な別の実施例の側面断面図である。

図 28 は本発明の ABS ブレーキ・シミュレーション装置の現在の好適な実施例の機構を示す断面側面図である。

#### 好適な実施例の詳細な説明

全体を通して同じ数字は同じ部分を示す図面について説明する。

図 1 は本発明のドライバー訓練システム 100 の現在の好適な実施例を示す。

ドライバー訓練システム 100 は、運転の能力を向上させたいと願うユーザー、あるいは生徒 102 (略図で示す) が操作する。ここに記載するドライバー訓練システム 100 は人間の操作するタイプの乗り物にも適用できることを理解しなければならない。本発明は、あらゆる種類のシミュレートした乗り物やあらゆるタイプのドライビングのドライバー訓練システムに容易に導入化できるフィードバック応答を含む。

次に示す図面や記載に示す運転システム 100 のより具体的な実施例を、警察の訓練用の乗り物シミュレーターとして示す。後述するように、「理想的な進路」を確立したい場合、ユーザー 102 はしばしば生徒であるよりも、インストラクターになる。

図 1 において、発明の名称が「着席アーケード・ビデオ・ゲーム用のリア・エントリー・ブースと調節可能な座席装置」の同じ発明者の米国特許である米国特許第 4,960,117 号に記載するようなブースあるいは、ハウジング (図示せず) にユーザー 102 は着席するのが好ましい。そのようにして、できるだけ注意散漫にならないようにして、ユーザー 102 は自分の運転技術を自己改善に

専念することができる。座席の位置も、乗り物を運転することに関連する現実の状態もよりよくシミュレートすることができる。

ドライバー訓練システム 100 において、ユーザー 102 は方向指示器のレバー 104 を動かし、複数のダッシュ・アンド・スイッチ 105 を操作し、シミュレートした自動車をスタートするキー回転式に点火スイッチ 107 を操作し、シミュレーション用のアンチロック・ブレーキ・システム (ABS) 900 の一部であるブレーキ・ペダル 106 を押し、通常のやり方でガソリン・ペダル 108 を押す。さらに自動トランスミッション・シフター 110 はユーザー 102 が操作して、リバース・ギヤあるいは複数の前進ギヤのひとつを選択する。ハンドル 112 はユーザー 102 が回転し、望む進行方向にシミュレートした乗り物を導くようにする。

ユーザー 102 が入力装置 104、105、108、110、112 に供給する機械入力、変換器によって、電気信号に変換され、その電気信号はコンピューター 114 に給送する。ブレーキ・ペダル 106 にかかる機械入力は、ABS のブレーキ・システム 900 により電気信号に変換し、信号はコンピューター 114 に結合するブリッジ・インターフェース回路 946 に給送する。コンピューター 114 はさらに、入力とダウンロードのプログラムをパーソナル・コンピューター (PC) 103 から受け取るが、このパーソナル・コンピューター 103 は、IBM と互換性があり、100 メガバイトのハード・ディスク・ドライブと 4 メガバイトの RAM を備える。パーソナル・コンピューター 103 とコンピューター 114 は、通信リンク 140 を介して、相互作用で結合する。通信リンク 140 は、毎秒 10 メガビット程度の高速度デジタル・データ伝達を処理できなければならない、コンピューター 114 とパーソナル・コンピューター 103 との間で十分に高速の通信を確保することができるように、アナログ・デバイス社が製造したデジタル信号プロセッサ (ADSP) 2105、2101 などの通信回路を含むのが好ましい。

現在の好適実施例において、コンピューター 114 は、モトローラ 68000 (図示せず)、モトローラ 68000 系の別の素子などの汎用のマイクロプロセッサを含む。68000 のマイクロプロセッサのひとつの機能は、パレット

操作である。68000 のマイクロプロセッサに加えて、コンピューター 114 は AT & T 社の DSP32C などのモデル・プロセッサ (DSP)、アナログ・デバイス社の ADSP-2101 などの ADSP、テキサス・インスツルメンツ社の 34010 グラフィックス・システムなどグラフィックス・プロセッサ (GSP) を含む。これらはいずれも図示しない。GSP がディザ・パターンニング、生成と、多角形をビデオ・ディスプレイ 122 に書き込む低レベルのグラフィックスの作業 (いわゆる多角形画像処理) を効果的に行うのに対して、ADSP は、変換、回転、倍率変更、シェーディングなどビデオ・ディスプレイの高レベルの機能を果たす。

現在の好適コンピューター 114 には、256 キロバイトの自己診断の記憶装置を備える読みだし専用メモリ (ROM) と、1.75 メガバイトのダウンロード・プログラム、対象決定データ、画像処理領域のデータ、追加のダウンロードした画像処理の対象データ用であり、68000 のプロセッサと共有する、追加の 0.5 メガバイトの共有メモリを具備するランダム・アクセス・メモリ (RAM) とを含む。ビデオ・ディスプレイ 122 の中央モニター (図 1) もまた、ダウンロードしたシナリオ交換データ用の追加の 1 メガバイトの RAM を含む。さらに現在の好適なコンピューター 114 は、64 キロバイトの DSP、(パーソナル・コンピューター 103 からダウンロードしたプログラム用) の 12 キロバイトのプログラム・メモリである ADSP、16 キロバイトのバッファ・メモリ、(RAM あるいはパーソナル・コンピューター 103 からダウンロードしたプログラム用) の 45 キロバイトのプログラム・メモリと 640 キロバイトのディスプレイ・メモリである GSP など個々のプロセッサ用に追加のランダム・アクセス・メモリも内蔵する。GSP はさらにビデオ・ディスプレイの速度改善のためビデオ・ランダム・アクセス・メモリ (VRAM) を用いる。コンピューター 114 は、128 Kx8、70-100 ナノ秒の RAM などのメモリ (図示せず) に格納するコンピューターのソフトウェアを実行する。この RAM に格納し、このコンピューター 114 が実行するソフトウェアは、パーソナル・コンピューター 103 に格納した、運転に関するプログラムの数多くのソフトウェアのシナリオのひとつである場合がある。このプログラムは、

パーソナル・コンピュータ103の実行する命令に responding RAMにダウンロードすることができる。コンピュータの実行するコンピュータのソフトウェアは、制御処理120を含むように論理的に構成されている。

制御処理120は入力装置104-112からデジタル化した信号を受信し、パーソナル・コンピュータ103から、その他のデジタル化した入力信号をも受信する。そして制御処理120は、データ・バス118を横断してこれらのデジタル化した信号からのデータをシミュレートした自動車の速度と加速ベクトルを横断する横断処理116にパスする。このように、時間Tにおいて、位置データ、すなわち自動車のデカルト座標は横断処理116で決定する。位置データは利用して、データ・バス118を横断し制御処理120に戻す。したがって、制御処理120は自動車の新しい位置に「道路規則」を適用し、ビデオ・ディスプレイ122、一對のスピーカー123、124、ローパス・フィルター854、と計器板130を駆動する信号を始動する。ローパス・フィルター854はローパス・フィルターで処理した信号を、リレー852に接続する増幅器850に供給する。リレー852はさらに、2つの開示した実施例における、ユーザーの座席802(図24)に隣接して位置するスピーカー830あるいは、座席882(図27)に隣接して位置するスピーカー881に接続する。リレー852は、Potter & Brumfield社製造の低電圧リレー、モデル番号T70L5Dであり、システム100がパワーを上げたり下げたりする際にスピーカー830を切断するリレー制御回路856にさらに結合することが好ましい。

制御処理120はさらにユーザーの視点を、乗り物の領域の画像表示に供給する。乗り物のシミュレーションの好適実施例において、コンピュータ114は、ビデオ・ディスプレイ122に、多角形のグラフィックスを発生する。イリノイ州シカゴのWellis-Gardner社が販売するモデル番号No. 25K7191など、ひとつの好適なビデオ・ディスプレイは、512 X 288個の画素を表示するように構成した多重同調ディスプレイである。ビデオ・ディスプレイ122は、ユーザー102に、実際の自動車に類似したシミュレート画面を与えるように半円形に配列した複数のビデオ装置を含む。このような配列は発明の名称が「モジュール化したディスプレイのシミュレーター」であり、整理番号

No. 07/704, 373の同じ発明者の同時係属中の米国特許出願に記載されている。

ビデオ・ディスプレイ122は、環境のカラーで、三次元の画像表示、すなわち、道路などの項目を含む画面領域についてのユーザーの視点を生成することが好ましい。スピーカー123、124は、ギヤ・チェンジ、エンジンの、横滑りなどの音を発生する。低周波スピーカー830は、座席802(図24)に隣接して搭載し、道路の感触をシミュレートすることが好ましい。計器板130は、シミュレートした乗り物の速度を表示する速度計、シフターを用いて選択するギヤのインジケター、方向指示器レバー104を用いて選択する方向を示す左右のアロー・ライト、その他のさまざまなインジケター・ライトを含む。このように、ユーザー102は、出力装置122、123、124、130およびユーザー個人の成績により個人化されたスピーカー830とシミュレートした領域でユーザーが通過することからリアルタイムでフィードバックを受ける。

制御処理120は、さらにフィードバックを供給し、運転中の実際の自動車のハンドルの感触をシミュレートする。このようなシミュレーションは、発明の名称が「現実的なフィードバックの能力を持つビデオによる乗り物のシミュレーター用のハンドルなどの制御装置」である同じ発明者の発明である米国特許第5,044,956号に記載するやり方で成し遂げることが好ましい。制御処理120は、ブリッジ・インターフェース回路846を介し、ABS900からの入力に responding、ABS900を備えた自動車のブレーキの感触を、ブレーキ・ペダル106でシミュレートする。

シミュレーター・システム100の基本操作をここで記載する。シミュレーションのプログラムは、パーソナル・コンピュータ103から、プログラムを実行するコンピュータ114までダウンロードする。そしてコンピュータ114は、グラフィックスの領域を生成し、スピーカー123、124を介してユーザー102にディスプレイする。ユーザー102は、ビデオ・ディスプレイ122で見たものや、スピーカー123、124から聞こえるものに responding、運転制御を操作しそれによってシミュレートした乗り物を運転する。基本的にユーザー102は、点火スイッチ107で自動車を始動させ、自動トランスミッション

・シフター110を介して自動車のギヤを入れ、ガソリン・ペダル108を押して自動車を停止し、ハンドル112で自動車を操縦する。

入力装置104-112を介して与えられるユーザーからの入力に responding、コンピュータ114の制御処理120は、横断処理でシミュレートした乗り物の速度と、加速ベクトルを横断できるようにするデータ・バス118を介して、横断処理116にデータをパスし、乗り物のデカルト座標を決定する。このデータは、データ・バス118を介して制御処理120に送ってパスして制御処理120で利用し、ユーザー102に追加の信号を与える。例えば、横断処理116で決定したデカルト座標は、シミュレートした領域の中で、コーンの上をシミュレートした乗り物をユーザー102が運転したことを判断することができる。したがって、制御処理120により、スピーカー123、124で適当な雑音を生じ、低周波スピーカー830を介してコーンを叩く感触を生じてユーザー102に感じるようにさせ、コーンを叩くことに responding ユーザー102の手中でハンドル112を振動させる。さらに、ユーザー102がシステムを駆動できるほど十分な力でブレーキをかけると、制御処理120はABSのブレーキ・システムを介して、ユーザー102にフィードバックを送る。

図2はユーザー102(図1)が乗り物を操作するコースの一例を示すビデオ・スクリーン・ディスプレイの略図である。ユーザー102は生徒である場合がある。図2の第1の人物の視点から、ユーザーが観察者の位置でシミュレートした乗り物の「内部に配置している」ことがわかる。ユーザー102は、ビデオ・ディスプレイ122の2次元スクリーンに投射した3次元のシミュレートした画面領域139を示す。図2に示す画面は、ユーザー102がシミュレートした乗り物を運転しトラックを前進しつつ、ウインドシールドから前方を見つめる場面である。

本発明のこの実施例において、ユーザー102は、画面領域139の具体例であるコース142が示される。生徒102は例えば、コース143の形など何の障害物にもぶつかることなく望み通りの速度でコースを走り抜けるという基本的な目的がある。またコンピュータ114は適切な背景を表示する。例示したコースにおいて、これは背景146を背景として線だった都市の場面である。こ

した場面やその他の場面には、例えば、町中で他の車の追跡の仕方をユーザー102に教えるなど、異なった構成と目的があり、ユーザー102が選択したり、好ましくは、インストラクターがパーソナル・コンピュータ103がダウンロードすることができる。本発明の現在の好適なシステム100はタイマーやスコア・ポイントなどを使用しないため、生徒102はできるだけ早く運転する必要を感じることがなく、むしろ適切な技術を学ぶことに集中する。

こうした実施例において、運転のインストラクターは「理想的な道路」を確立するため

トラック上のコースを運転する。そして生徒102はコースを運転し自分の道路と成績をインストラクターの道路と成績とを比較する。理想的な道路は、生徒102使用すると同じドライバートレーニングシステム(機械に相違はない)で、(コンピュータで生成したものではなく)実際の人物がつくったものであるため、生徒は理想的な道路を達成することができると感じる。さらにインストラクターは、状況に向かう技術や解釈を強調するため、コースを通る道路を容易につくり出すことができ、このことはひとり以上の生徒のために強調する必要がある。

システム100のひとつの好適実施例において、ダッシュ・アンド・コラム・スイッチ105の一部である中断/選択ロッカー・スイッチとカーソル・ロッカー・スイッチ(図示せず)がある。中断/選択ロッカー・スイッチを押下けると、選択あるいは入力操作を開始する。中断/選択ロッカー・スイッチを押上げると、中止操作を開始する。システム100の別の好適実施例では、入力ロッカー・スイッチと選択ロッカー・スイッチと中断ロッカー・スイッチ(すべて図示せず)があり、それらは計器板130(図1)に隣接して搭載するダッシュ・アンド・コラム・スイッチ105の一部である。入力ロッカー・スイッチは上記の中断ロッカー・スイッチの下向きの位置に対応し、中断ロッカー・スイッチは、中断/選択ロッカー・スイッチの上向きの位置に対応する。選択ロッカー・スイッチはカーソル・ロッカー・スイッチに対応する。入力ロッカー・スイッチと選択ロッカー・スイッチにより、ユーザー102は、後述するいろいろなメニュー選択のなかから選択することができる。中断ロッカー・スイッチにより、ユーザーはシミュレーションの最中にシミュレーションを終了することができる。中断



ロッカー・スイッチはユーザーが入力ロッカー・スイッチを押していない場合、サブメニューから前のメニューに戻るために使用することができる。

メインメニュー（図7に図示）はシミュレーションの初めに表示することができる。システム100により、生徒102は走行するトラックのタイプを選択することができる。選択したトラックは、操縦トラック140（図3に図示）、迅速な反応をする判定トラック、インターセクションや信号のある道路、オートクロス・トラックなどである。操縦トラック140には、3つのコースがあり、判定トラックには2つのコースがある。図2に示すコースは操縦トラック140の一部であり、レーン変更コース142と称する。別の選択肢として、また好適実施例において、システム100により、生徒102はシミュレートした乗り物の数多くの異なったモデルから選択することができる。本発明のドライバー訓練システムの実施例において、選択する自動車の中には、実際の道路で運転する使用される乗り物のシミュレーションを含む。システム100により、生徒102は、天候の状態を選択することができる。天候状態の中には、実施例では夕暮れなどの一日の時間の状態も含む。そして「シナリオ開始」を選択することで生徒102はシミュレートした乗り物の運転を開始することができる。

図2のレーン変更コース142と操縦トラックを一層よく理解するために、トラック140の上面図を示す図3を参照する。生徒102がシステム100を操作し、操縦トラック140を選択すると、生徒の画面は前方の2つの平行な列に配列する白いコーンのいくつかのセットを向いている。生徒102は2列の白いコーンの間の領域の中からひとつを選択し、白いコーンの矩形と呼ぶ領域を入力する。この矩形152はビデオ・スクリーン122（図1）には写らないが後ほどフローチャートとともに記載するように、コンピューター114が初期化のために使用する。前進して生徒102は、記録矩形154を入力するが、その時点で後述するいろいろなパラメーターの数値をコンピューター114に記録する。さらに下記に記載するように、そして生徒102はコンピューター114が記録したパラメーターの数値が図示される領域を示す評価矩形156を入力する。いずれの矩形154、156も、ビデオ・ディスプレイ122には写らないが、そのパラメーターはコンピューター114に格納する。

2が選択したシステムでディスプレイする。現在の好適な実施例では、シミュレートした乗り物が記録矩形154と評価矩形156とを通過して運転すると、約1/5秒の間隔でデータがいろいろなパラメーターに記録される。

ディスプレイ・スクリーンは、操縦グラフ182、進路ディスプレイ領域184、加速/ブレーキ領域186、と速度領域188の4つの情報領域を含む。操縦グラフ182は（ダッシュ線を示す）中央位置に関わるハンドル112（図1）の位置を示す。このように、シミュレートした乗り物で、直線上を運転する場合、操縦グラフ182はグラフの中央で水平線となる。ユーザー102がハンドル112（図1）を自分の中央位置から右に切ると、操縦グラフのプロットはユーザーがどれくらい速度で、どれくらいハンドル112を切るかに比例して、グラフの中央線から下に下がる。同じようにユーザー102が、ハンドル112を自分の中央の位置から左に切ると、操縦グラフ182のプロットはグラフの中央から上に上がる。

進路ディスプレイ領域184は、評価矩形156（図3）の中で、コーン160、162、164の4つのセットを通じてインストラクターが取った進路180を示す。インストラクターが影つきバー190の開始でブレーキ・ペダル106をいつ押し、影つきバー190の終了でブレーキ・ペダルをいつ離すかを示す。同じように、異なったシェーディングのバー191で、インストラクターがいつガソリン・ペダル108を押して離すかを示す。速度領域188は、評価矩形を走行する際のシミュレートした乗り物の速度が時速何マイル（mph）であるかをディスプレイする。コンピューター114は速度の数値が読みやすいようにその数値に間隔をあける。

図4bは評価矩形156（図3）の生徒の進路について記録されたいくつかのデータの図示とともに、レーン変更コース142（図3）を通過するインストラクターの進路180に重なる生徒の進路192の上面図を示す概略評価スクリーンの略図である。生徒の進路192は進路ディスプレイ領域184におけるインストラクターの進路180より太い線を示す。進路ディスプレイ領域184は、コーン160'と「X」という記号がついたコーン162'を表示し、生徒102がコース142を運転している間につづかったことを示す。操縦グラフ領域1

さらに図3とそれに加えて図1のシステム100において、生徒102は、どのコーンにもぶつからずに2列の平行なコーンの間を運転しようとする。生徒102がコーン、例えばコーン160'にぶつけると、そのコーン160'は倒れるが、生徒102は怪我することなく、運転を続けることができる。生徒102はコーン160を抜け、ハンドル112を右に切り、第2のオレンジ色のコーンのセット162に接近する準備としてハンドル112を整えなければならない。生徒102は2列の平行なコーン162の間を運転して抜けた後、ハンドル112を左に切り、第3のオレンジ色のコーンのセット164に接近する準備としてハンドル112を整えなければならない。生徒102は、2列の平行なコーン164の間を運転して抜けた後、ハンドルを右に切り、第4のオレンジ色のコーンのセット166に接近する準備として、ハンドル112を整えなければならない。生徒102は、2列の平行なコーン166の間を運転して抜けた後、ブレーキ・ペダル106を踏み、シミュレートした乗り物を停止する。この乗り物を停止した時には、評価矩形156の範囲を超えても、なお記録矩形154の中にある。一度シミュレートした乗り物が停止し、生徒が操縦トラック140あるいは判定トラックにいれば、命令選択メニューがビデオ・ディスプレイ122に表示される。このメニューで生徒102は、例えば概略評価など、いろいろ選択することができ、ちょうど完了したコースでの自分の成績の評価の役に立つ。

図2に戻って見ると、生徒102はコーン160を部分的に通過したポイントでレーン変更コース142にいる。生徒102の画面には、次の2つのコーンのセット164、166が見える。生徒102は適当にコースを検討して、まもなくハンドル112を左に切り始める必要が出て来る。

図4aは評価矩形156の中にインストラクターの進路用に記録したいくつかのデータの図示とともに、レーン変更コース142（図3）を通過するインストラクターの進路180の上面図を示す概略評価スクリーン178の略図である。インストラクターの進路180は、シミュレートした乗り物が評価矩形156の中にある時にのみプロットする。ビデオ・ディスプレイ122の運動の方向は、左から右である。類似したビデオ・スクリーンを、操縦トラック140（図3）と、判定トラック（図示せず）の異なったコースのそれぞれ向けにユーザー10

82では、操縦進路194は理想的な進路のためのハンドル112（図1）の位置を表示し、操縦進路195は、コース142を通過する生徒の進路用である。加速/ブレーキ領域186と速度領域188に表示するデータは、コース142を通過する生徒の進路192に対応する。概略評価スクリーン178にいつ生徒の進路のデータがあるのに対していつ理想的な進路のデータがあるかという説明と理想的な進路を以後の記載で示す。

図5は再現モードにある間、142で概略を示すレーン変更コースを通過するユーザーの画面を示すビデオ・ディスプレイ・スクリーンの略図である。同じようなスクリーンのディスプレイを理想的な進路の再現について見ることができる。画面は図4bに5-5で示すセクション線のところに示される。再現モードでは生徒の進路を再現すると、生徒が運転した進路を再現し、理想的な進路を再現するとインストラクターが運転した進路を再現して、即座に再現する能力を示す。現在の好適実施例において、ハンドル112（図1）は、進路をもともと記録した時のハンドルの位置に対応する、コンピューター114からの信号に答えて米国特許第5、0044、956号に記載するモーター（図示せず）で回転する。したがって理想的な進路の再現すれば、生徒はコースを通過するためにはハンドル112をいつ、どれだけ回転すべきかを感じることができる。もう一方で、生徒の進路を再現すれば、生徒に何がうまく行かなかったのかをフィードバックするようになる。

再現モードの間、ユーザーが目にする画面は、初めにコースを運転した時、もともとユーザー102が見ていた画面に類似している。図5に示す画面にはコーン166（図4b）遠くに見える都市の水平線144と空146を含む。また、図4bの領域188にある速度情報に対応し、自動車の速度を含む速度情報ボックス196と、図4bの情報領域186に対応して、「スロットル」あるいは「ブレーキ」などの言葉を含む加速/ブレーキ表示ボックス198を示す。

図6は再現モードの間レーン変更コースを通過する生徒の進路の上面図あるいは鳥瞰図を示すビデオ・ディスプレイ・スクリーンの略図である。上からの視野の再現は現在のところ、理想的な進路ではなく、生徒の進路だけのために用いられている。シミュレートした自動車200は、「カメラ」が自動車200の上方



約200フィートの地点に、コースに沿って下向きに配置しているところを示す。2つのセットのコーン160、162を、自動車200がコーン160を去り、コーン162に接近しているところを示す。情報ボックス196は、図5に関連して記載する。図6において、図示する速度は時速13マイルであり、ガソリン・ペダル108もブレーキ・ペダル106もそのように押しておらず、ボックス198を表示していない。再現モードについての観察者の見方によれば、ハンドル112 (図1) は、道路をもとと記録した時のハンドル112の位置に応じて、コンピューター114からの信号に応じてモーター (図示せず) により回転する。

このように、概略評価のスクリーン178 (図4a、4b) と利用可能な再現モードのいろいろなバージョンを通して、生徒102 (図1) には、反復トレーニングと呼ばれる自己改善の手段が与えられている。すなわち、それぞれ特定のコースを通過した後も、生徒102は、理想的な道路と自分の通過した道路とを比較して改良を加えようとするのである。現在の好適なドライバー訓練システム100には、多数の成績パラメーターがある。生徒102はひとつのパラメーターあるいは、ブレーキの距離とか道路上的の乗り物のセンタリングなど複数のパラメーターに集中することができる。さらに本発明のさまざまな変形において、シミュレートした環境を通過するルートには、異なるコースやトラックがある。

図7、8、9、10と11は、ユーザー102がシステム100 (図1) を使用する間にユーザー102が出現するいろいろなメニュー・ビデオ・スクリーンのディスプレイを例示する。図7-10には、すべて共通したヘッダー領域220がある。図7において、ヘッダー領域220は、トラック・ライン220a、乗り物ライン220b、天候ライン220cの現時点での選択を示す。図7に示すように、現在のトラックは判定トラックであり、現在の乗り物は、警察のパトロールカーであり、現在の天候は日中である。ユーザー102がトラック、乗り物、天候を選択するメニュー画面を使用すると、ヘッダー領域220はコンピューター114で更新し、選択を反映する。メニュー・ボックスの頭部にある影つきライン222aは特定のメニューを識別するが、図7において、このメニューはメイン・メニューである。スイッチ105の一部である選択ロッカー・スイッチ

は押し下げたり、押し上げたりして望みの選択に対応する色つきの選択バー (図示せず) を動かすことができる。そして入力ロッカー・スイッチを押して、選択をコンピューター114に入力する。選択して入力ロッカー・スイッチを押すと、ライン222c、222d、222eで第2のメニューを表示する。選択して入力ロッカー・スイッチを押すと、ライン222bにより、乗り物のシミュレーションを開始する。

図8はトラック・メニュー・ボックス230を例示する。判定トラック、ライン230aと操縦トラック、ライン230bとは、パラメーターの数値を記録し、概略評価スクリーンをディスプレイすることができ、リレー・モードを実行することができるコーン・コース付きの2つのコースである。別のトラックは異なる訓練の目的のためである。例えば、追跡トラックにより、別のシミュレートした乗り物を追跡する訓練の便宜を計るようになる。メイン・メニュー230cにより、メイン・メニュー222 (図7) に戻ることができる。

図9は乗り物のメニュー・ボックス236を例示する。好適実施例において、別のタイプの乗り物、例えば、警察のパトロールカー、スポーツセダン、クーペ、ロードスターなどを選択できるようにする。個々の乗り物には、異なる性能特性があり、その特性はコンピューター114に格納しており、模倣処理116が利用して、選択した乗り物をエミュレートする。別の実施例では、異なる選択と追加の選択、あるいはそのいずれかを選択の対象とする。

図10は天候あるいは大気的作用のメニュー・ボックス240を例示する。好適実施例において、このメニューには霧、雪などの天候状態に加えて昼間、夜、夜明け、夕暮れなど一日の時間帯の状態を含んでいる。大気的作用の機能はコンピューター114が実行し、望みどおりの天候状態をエミュレートする。別の実施例では、異なる選択と追加の選択、あるいはそのいずれかを選択の対象とする。

図11はユーザーが例えば操縦トラック、判定トラックなどの2つのコーン・トラックの上にあり、入力ロッカー・スイッチを押した場合、ビデオ・ディスプレイ122 (図1) に示す命令選択メニュー・ボックス244を例示する。好適実施例の8つの選択についての記載を後述する。別の実施例では、異なる選択

と追加の選択、あるいはそのいずれかを選択の対象とする。

図12は制御処理120 (図1) のトップ・レベルの機能を対象とする。「実施制御」と呼ばれるフローチャートである。現在の好適実施例のひとつにおいて、制御処理120は、C言語を使用して書き込み、Green-Hills Software Incを用いてクロス編纂する。C言語のコンパイラーは、マサチューセッツ州ウオルサム of the Xel, Incの一部門であるOasysから入手することができる。制御処理120はコンピューター114に配置するマイクロプロセッサの68000のマイクロプロセッサで実行する。しかしコンピューター技術の当業者は、その他の多くのコンピューター言語やコンピューターを用いても、またそれらを複数組み合わせても、同じ結果を得るのである。

開始状態270の前に、プログラムをコンピューター103からコンピューター114にダウンロードする。状態272に移行すると、コンピューター114 (図1) は、ビデオ・ディスプレイ122に指示を与えて、メイン・メニュー (図7) をディスプレイし、メイン・メニュー (図7) からユーザー102は、トラック・メニュー (図8) からはトラック、乗り物メニュー (図9) からは乗り物、天候メニューからは天候状態を選択することができる。ユーザーはメイン・メニューの選択肢のうち一つ、二つ、三つを変更したり、全く変更しないようにすることができる。この選択は、必要に応じて選択ロッカー・スイッチ、入力ロッカー・スイッチを操作することで達成することができる。コンピューター103からダウンロードするシナリオやプログラムの中には、例えば、トラック・判定、乗り物-警察のパトロールカー、天候-日中などのように、乗り物のタイプ、トラックや天候などについて一連の省略時解釈の選択をなす。トラック、乗り物、天候の選択の後、望みの場合、あるいは省略時解釈の選択を受け入れた場合、ユーザー102は、シナリオ開始の選択をなし、入力ロッカー・スイッチを押して、コンピューター114に次の状態に移るように信号で合図を送る。

「ブロード初期化」274という機能に移行すると、コンピューター114 (図1) は、観覧車 (シミュレーション用の乗り物) の記録を開始する。コンピューター114は、これからのシナリオで観覧車がたどる道路を記録する処理を開始する。この記録は後に再生して、シナリオの間に使用したものの成績を分

析批判することができる。「実施制御」機能についての次に示す記載に見られるように、機能274で初期化のステップをいくつか実施する。

コンピューター114 (図1) は、中断ロッカー・スイッチを押したり、ユーザー102がダウンした時のみ終了するループ277の開始276に移行する。ループ277は一連の状態276から298まで行き渡るが、位置情報をリアルタイムでディスプレイすることができ、観覧車と環境にビデオ・スクリーン122、スピーカー123、124と低周波スピーカー830に対する流体の効果を与えるようにコンピューター114で十分迅速に完了することが好ましい。

状態278において、観覧車の位置は模倣処理116 (図1) で得る。模倣処理116は同期的に発生するユーザー入力に基づいて観覧車の最後の位置を計算する。次の状態280に移行してコンピューター114は、スピーカー123、124を介して、音声を含めた出力信号を、スピーカー830を介して道路の感振の手がかりを、そしてABSシステム900を介して、ハンドルの振動とブレーキ・ペダルの鼓動を発生する。例えば観覧車の音は、観覧車がコース142 (図2) で牽引力を失う場合には横滑りの音を含める。

次に決定状態において、ユーザーが選択されたか、コーンのコース配置されたかは、コンピューター114 (図1) が決定する。コーンのコースとは、ユーザー102が、操縦トラックあるいは判定トラックのいずれかのコースなど、ユーザー102がコーンを含むトラックの上で自動車を運転するコースである。コーンのコースの選択配置の時には、コンピューター114は、「コーン」の機能284に移行し、ユーザー102には、成績のフィードバックの選択ができる。コーンのコースが、状態282の決定した状態として選択しなかった場合、コンピューター114は状態286に前進する。状態286において、ユーザー102が、シミュレートした領域で特定の自動車、追跡車を追跡する必要がある追跡トラックのひとつを選択したり、その追跡トラックに配置された場合、追跡車の記録位置を更新する。したがって、コンピューター114 (図1) のディスプレイ・システムがビデオ・ディスプレイ122を現実更新する前に、この追跡車が画面領域あるいは、環境139 (図2) のある位置に配置されていることになる。観覧車は画面領域139のある位置に配置される。ループ277におけるこの点

では、決定状態290に移行してコンピューター114は中断ロッカー・スイッチが押されているかあるいは、シミュレートした乗り物が衝突したかを確認する。

次に「対象物ディスプレイ」の機能に移行し、中断ロッカー・スイッチを押していなかったり、マサチューセッツ州ノーウッドのアナログ・デバイス社が販売するADSP-2101のチップなど、コンピューター114のデジタル信号プロセッサ（図示せず）に対してディスプレイ命令を開始する。この機能292では、トラック、背景、追跡車（追跡トラックにある場合）と観察車などのディスプレイの対象物を、後にビデオ・ディスプレイでディスプレイするために、ユーザー102の視点にしたがって、画面領域139（図2）に適切に変換する。この機能292には、「大気的作用」の機能520（後述する図21）の呼出しを含み、いろいろな一日の時間と天候状態を正確にシミュレートする。

状態294に移行し、速度計を含む計器板130は、信号器やいろいろなインジケータ・ランプを更新する。別個になっている燃料計（図示せず）もまた更新する。そして、状態296において、衝突音、バリアー、コーン、建物などと衝突する観察車と衝突する音は、コンピューター114が、シミュレートした乗り物が何かに衝突したと判断した場合に発生する。状態298では、ビデオ・ディスプレイ122には、色彩に満ちた3次元の図をリアルタイムで処理できるテキサス・インスツルメンツ社の販売する34010のチップなどのグラフィックス信号プロセッサに発する命令により、更新できる3次元のグラフィック・ディスプレイを備えている。状態298に続いて、コンピューター114は状態276に移行して、ループ277の次のパスを開始する。

決定状態290に戻り、中断を選択したりシミュレートした乗り物が衝突した場合には、現在のセッションは終了して、コンピューターは、状態272に進み次のセッションを開始する。

次に図13において、図12に示す「プロリコード初期化」機能のフローチャートを例示する。コンピューター114は開始状態から、画面領域あるいは環境139（図2）を、トラックや天候を対象として状態272でなした選択を基にして、初期化した状態310に移行する。すると、コンピューター114は、状態312に移行して、観察車と言う図の対象物をつくり出す。観察車という対象物

は、生徒の上からの視野再現機能で使用するようになる。そして、状態312において、観察車という対象物の位置は、領域の端にセットし、（例えば再現時間までは）ビデオ・ディスプレイ122に写らないようにする。そして機能274は、戻り状態316で「実施制御」機能に戻る。

図14において、図12に示す「コーン」機能284のフローチャートを示す。コンピューター114（図1）は、開始状態から決定状態330に移行し、そこで入力ロッカー・スイッチを押したかどうかを決定する。入力ロッカー・スイッチを押した場合は、コンピューター114は、状態332に移行しビデオ・ディスプレイ122に命令選択メニュー（図11）をディスプレイする。

そしてコンピューター114は、状態334から354までにおいて、ユーザー102（図1）が命令選択メニューのどの選択肢を選択するかを確認する。決定状態334で概略評価の選択を決定する場合、コンピューター114は「概略評価」機能336を呼び出す。概略評価の選択を決定しない場合、コンピューター114は、決定状態338で理想的な進路の選択を決定するかどうかを確認し、決定の場合は、コンピューター114は理想的な進路再現の機能340を呼び出す。理想的な進路の選択を決定しない場合、コンピューター114は決定状態342で生徒の目の高さの視野再現の選択を決定するかどうかを確認し、決定の場合、コンピューター114は生徒の目の高さの視野再現の機能344を呼び出す。生徒の目の高さの視野再現の選択を決定しない場合、決定状態346で生徒の上からの視野再現の選択を決定するかどうかを確認し、決定の場合は、コンピューター114は生徒の上からの視野再現の機能348を呼び出す。生徒の上からの視野再現の選択を決定しない場合、コンピューター114は、理想的な進路セーブの選択を決定するかどうかを確認し、決定の場合にはコンピューター114は理想的な進路セーブ352の機能呼び出す。理想的な進路セーブの選択を決定しない場合、コンピューター114は、決定状態354で速度再現の選択を決定するかどうかを確認し、決定の場合ユーザー102（図1）はコンピューター114により再現速度を選択することができる。選択ロッカースイッチを繰り返し押すことで、再現速度は最高速度（1/1）から1/2速度、1/4速度、1/8速度に変化し、さらに段階的に最高速度に戻るようになっている。選択した再現速度

は、範囲の広く可変性のある「スローモーション再現」にセーブする。そしてコンピューター114は「速度再現」機能356を呼び出す。

再現速度の選択が状態354で誤っている場合、コンピューター114は、ユーザー102が自動可能/不能フラグの状態変更を望むかどうかを確認する。ユーザー102が望む場合はフラグを反対の状態に動かし、コンピューター114は状態360に移行する。望まない場合、ユーザー102は命令選択メニュー終了を選択し、コンピューターも機能336、340、344、348、352、あるいは356のいずれかの機能を終了後に状態360に移行する。

コンピューター114（図1）は状態360で、自動車が停止しブレーキ/ペダルを押しているかどうかを判断する。ドライバー訓練システムの特徴は、コンピューター114が、状態360が本当でなければ、ユーザー102が自動車を運転しているというシミュレートした画面領域139（図2）のディスプレイから、概略評価などの成績評価のディスプレイには移行しないということである。このような状態によって、ユーザー102は、環境の急激な変化や、混乱を感じることなくすまうことができる。状態360が本当であれば、コンピューター114は、決定状態362に移行して、自動可能/不能のフラグが可能な状態にセットされているかどうかを判断する。セットされている場合、コンピューター114は、「概略評価」の機能336を呼び出し、状態364でコースをディスプレイする。理想的な進路と生徒の進路（もし可能なら）の両方をディスプレイする。例えば、下の状態370に記載されたままで、取消しになっていなかったり、少なくとも、ひとつのコースは走行済みであったりして利用できる場合や、例えば、自動車が特定のコースの白いコーンの矩形152（図3）の前で停止してまだコースの選択をしていない場合、コンピューター114は、前に走行したコースを生徒の進路として利用する。そうでなければ、コンピューターは現時点で選択したコースを生徒の進路として利用する。システム100には、個々のコーン・コース用に理想的な進路のデータを予めロードしている。したがって、少なくとも理想的な進路を状態364でディスプレイする。状態364の終了の後、コンピューター114は、状態360に進む。

決定状態360あるいは362のいずれかが誤っている場合、コンピューター

（図1）114は、状態366に進み、シミュレートした自動車は、5つの可能性のあるコーン・コースのいずれかの内、2列の矩形152（図3）の広いコーンの間の領域に入るかどうか判断する。入っている場合、現在のコースを、シミュレートした自動車が入った白いコーンの領域に関連するコースに変更する。つぎにコンピューター114は、ポイント・セーブのパッファを取消しクリアする。ポイント・セーブのパッファ（後述する）は、現在運転中のコースに関連するデータを記録するために配置したメモリー領域である。前に運転したコースからのデータは状態370で取り消すまでこのパッファに保持する。

状態370を終了したり、シミュレートした自動車が、例えば、状態366で決定した白いコーンの領域にない場合、コンピューター114（図1）は、決定状態372に移行する。状態372において、コンピューター114は、自動車が選択したコースの記録矩形154（図3）の中かどうかを判断する。中にある場合、コンピューター114は、状態374において、デルタ・タイムとして知られている1.5秒の間隔で、現在の好適実施例に次のデータのセットを記録し、状態376でポイント・セーブのパッファに、そのデータのセットをセーブする。（1）3次元空間での自動車の位置、（2）3次元空間での自動車の方向、（3）個々のデータ・ポイントの間隔に関連する時間、（4）ハンドル112（図1）の位置、（5）現在の速度、（6）ガソリン・ペダル108は押しているか（オン・フラグあるいはオフ・フラグ）、（7）ブレーキ・ペダル108は押しているか（オン・フラグあるいはオフ・フラグ）などデータである。状態372が本当であり、デルタ・タイムの間隔で増加する場合、記録上の時間はゼロで始まる。現在の好適実施例において、リアル・タイムとして知られている正確な時間は、リアル・タイム・クロックでコンピューター114が保持する。リアル・タイムは4ミリ秒のタイマー（図示せず）で発生する中断を数えることにより、決定する。ハンドル112の位置は、死点からカウントの線状のスケールあるいは、回転位置を利用して記録する。別の実施例で、例えば、横方向のGの力など別のパラメーターの数値を記録し使用することができる。状態376が終了したり状態372が誤っている場合、コンピューター114は状態378で「実施制御」機能に戻る。

図15において、図14の「コーン」機能に示す「概略評価」の機能336を記載する。コンピューター114は(図1)はこの機能336を実施するコースを識別する状態390に移行する。コースは現在のコースあるいは状態368(図14)で決定する現在のコース、あるいは状態364(図14)に関連するコースである。次に状態392でコンピューター114は選択したコースの評価矩形156(図3)において、コーンの内部の対象物のデータベースをスキャンする。状態394でコンピューター114は図4bに示すビデオ・ディスプレイ122の上からの視野のフォーマットにおいて正規の(立っている)コーンと、倒されたコーンの双方をプロットする。

後述する機能352に関連して記載するように、ポイント・セーブのバッファのデータは理想的な進路のバッファにセーブすることができる。理想的な進路のバッファには、5つのコーン・コースのそれぞれを対象とするセクションがある。個々のコーン・コース用に予めロードする理想的な進路は、理想的な進路のバッファに格納するが、ユーザー102の選択どおりに書き替えることができる。状態396で選択したコース用に理想的な進路のバッファから検索し、ポイント・セーブのバッファ(利用できれば)からは、状態374(図14)で記録した個々のデルタ・タイム間隔用に、データを検索する。この機能336のために、次のようなパラメータの値を検索する。ハンドル112(図1)の位置、速度、ブレーキ・ペダル106の状態、ガソリン・ペダル108の状態などのパラメータである。図4bの例に示すように、検索した数値はビデオ・ディスプレイ122でコンピューター114が状態398でプロットする。ディスプレイにはコースの長さに比例する時差的な距離のスケールを有している。評価矩形の中のデータ・ポイントのみプロットする。速度の数値は、ディスプレイが読みやすいようにコンピューターが決定する間隔でディスプレイする。状態398を終了すると、状態400で、図14の「コーン」機能284に戻る。

ここで図16において、図14の「コーン」機能に示す「理想的な進路再現」の機能340について記載する。この機能340は、コースを予め記録した場合、ハンドル112(図1)を制御してハンドル112の運動をエミュレートするとともに、自動車の中の視点から、理想的な進路の「即時再現」の特徴を実施する。

非同期的にハンドル112の操縦制御装置に中断サービス・ルーチン(ISR)を通す操縦プロセスより、状態424で使用することができる。

操縦ハンドル112(図1)は状態424を通して制御されているため、コンピューター114はディスプレイの命令をADSPに対して開始する「対象物ディスプレイ」の機能292を実施する。トラック、背景などのディスプレイ対象物は、ビデオ・ディスプレイ122(図1)で後にディスプレイするため、ユーザー102の視点に従い、画像領域139で適切に変換する。この機能292には、「大気的作用」機能520(図21)の発呼であり、いろいろな一日の時間や天候状態において、トラックや背景を正確にシミュレートする。状態428において、ビデオ・ディスプレイはGSPに生成した命令により更新した3次元の画面ディスプレイを備えている。そして決定状態430に移行し、選択したコースについて理想的な進路のバッファにもっとデータ・ポイントがあるかどうかを判断する。もっとある場合、コンピューター114は決定状態412にループ・バックし、決定状態412でリアル・タイム・クロックの新しい数値をチェックする。選択したコースについての理想的な進路のバッファの中のすべてのデータ・ポイントを状態430で使用した場合、コンピューター114は状態432で図14の「コーン」機能に戻る。

図14に示す生徒の目の高さの視野の再現の機能344は、ちょうど記載した理想的な進路の機能340に非常に類似している。異なっている点は、理想的なバッファよりもむしろポイント・セーブのバッファからデータを検索していることである。

図17において、図14の「コーン」機能に示す「生徒の上からの視野を再現」の機能を記載する。この機能348では、ハンドル112(図1)を制御してコースを初めに記録した時のハンドル112の動きをエミュレートするとともに、自動車の上200フィート(約61メートル)のシミュレートした視点から生徒の進路の「即時再現」の特徴を実施する。この機能348は、「理想的な進路再現」の機能340に類似し、機能340の状態とは異なる状態のみ記載する。

状態440と442は、機能340(図16)の状態410と412と同じ仕事をなす。データを機能340の理想的な進路のバッファよりもむしろ、機能

コンピューター114は、開始状態からシステムのリアル・タイムのクロックをクリアして、選択したコース用に、記録データの開始と一致(デルタ・タイム=タイム・ゼロ)する状態410に移行する。そして決定状態412で、コンピューター114は、リアル・タイムの数値が記録したデルタ・ポイントのデルタ・タイムの数値に等しいかどうかを判断する。例えば、リアル・タイムの数値がタイム・ゼロを3/5秒を越えている場合、デルタ・タイムの間隔は、一致(1/5の3倍)し、コンピューター114は、状態414に進む。

状態414において、コンピューター114は、選択したコース用として、理想的な進路のバッファの中の記録したデータ・ポイントのデルタ・タイムの間隔に関連するデータを検索する。この機能340のために検索するデータとしては、自動車の位置、自動車の方向、ハンドルの位置などがある。検索した数値は、幅の広い可変的な「カメラの対象物のデータベース」の中の状態416で捉えることができる。

現在の好適実施例では、機能340のループは毎秒約10回から30回実施することができる。データは1/5秒の間隔で記録されるため、最高速度の再現を望む場合、データポイントの間に補間をしなければならない。(後述するように、通常速度の1/2、1/4あるいは1/8のリレー速度がなければならない)。したがって最高速度では、約5から25の補間をしなければならない。状態412で、例えばリアル/タイムのクロックが3/10秒で最高速度の再現を選択するなど、リアルタイムのクロックがデルタタイムの間隔に一致しない場合、コンピューター114(図1)は状態418に移行する。状態418では、次のようなパラメータ用として、リアル・タイムのクロックの数値が決定する、2つの最も近い記録数値の間で直線補間する。自動車の位置、自動車の方向、ハンドルの位置などである。自動車の位置、自動車の方向、ハンドルの位置などである。新しく作りだした数値は範囲の広く可変的な「カメラ対象物のデータベース」の状態420で捉える。

状態416あるいは420の終了した後、コンピューター114(図1)は、状態422に移行し、状態414あるいは418の結果からハンドル位置112(図1)についてのデータで範囲の広い「力の再現」を更新する。力の再現は、

348のポイント・セーブのバッファから検索する以外、状態444と448は、機能340の状態414と418に類似している。自動車の位置と方向の数値を機能340の範囲の広く可変的な「カメラ対象物のデータベース」よりもむしろ、機能348の範囲の広く可変的な「私の対象物」にセーブすることができること以外、状態446と450とは機能340の状態416と420とに類似している。状態452と454とは機能340の状態422と424と同じ仕事を実施する。

2つの機能340(図16)と348との間の主な相違点は、機能348の状態456にある。状態456では、ビデオ・ディスプレイ122(図1)に示す画面を前方を見つめる自動車の内部から、自動車を見おろし自動車とともに移動する頭上からの視野に変化する。カメラは、シミュレートした自動車の上方200フィートという適切な高さに設置する。カメラは自動車とともに移動し、自動車がコースを切り抜ける間に直接自動車を覆う視野をつくり出している。状態458において、状態456新しいカメラ視野の数値は範囲の広く可変的な「カメラ対象物のデータベース」で捉える。「対象物ディスプレイ」の機能292において、「鳥瞰図」の視点からディスプレイする対象物としては、トラックと観測車の表示がある。観測車は「生徒の上からの視野再現」の機能348だけにディスプレイする。状態462は機能340の状態と同じ仕事を実施する。チェックしたバッファが状態430の理想的な進路のバッファよりもむしろ、状態464のポイント・セーブのバッファであること以外、決定状態464は機能340の決定状態430に類似する。

図18において、図14の「コーン」機能に示す「理想的な進路セーブ」の機能352を記載する。この機能352により、コースの新しい進路として運転したコースの新しい理想的な進路として運転したコースに関連するデータをセーブする。コンピューター114(図1)は開始状態から、ポイント・セーブのバッファの中のデータを検索する状態470に移行する。コンピューター114は、検索したデータを記録するコースに対応する理想的な進路のバッファにコピーする。そして、状態474において、コンピューター114は「コーン」機能284(図14)に戻る。

図19において、図14の「コーン」機能に示す「速度再現」の機能356を記載する。この機能356によって、再現機能のひとつに対する続きの発呼をセットアップするが、ユーザー102(図1)が観察して一層学習できるようにするほど、再現を十分に遅くさせるスローダウの要素を有する。その機能356自体が再現を始動させるものではない。コンピューター114は、開始状態から始まり、「コーン」機能(図14)に関連して記載する範囲が広く可変的な「スローモーション」を検索する状態480に移行する。コンピューター114は決定状態482に移行し、選択した再現速度が1/2速度であるかどうかを判断する。そうであれば、デルタ・タイムを2倍する。このことは、再現モードの間、最高速度について、デルタ・タイムの間隔が1/5秒で毎秒、5データ・ポイントを得るのに対して、1/2速度について、デルタ・タイムの間隔が2/5秒で再現時間の2秒ごとに5データ・ポイントを得るということである。このようにして、再現機能340、344あるいは348のひとつにより、2秒間隔ごとに、(新しい中間数値をつくり出す)さらに5つの補間を行い、利用できる実際のデータ・ポイントの数の減少の原因となる。

決定状態482での決定で、選択した再現速度が1/2速度でない場合、コンピューター114は、状態486に移行し、選択した速度が1/4速度であるかどうかを判断する。そうであれば、デルタ・タイムを4倍する。デルタ・タイムの間隔が4・5秒となり、4秒の再現時間ごとに5つの現実的データ・ポイントを利用することができる。決定状態482での決定で、選択した再現速度が1/4速度でない場合、コンピューター114は、状態490に移行し、選択した速度が1/8速度でないかどうかを判断する。そうであれば、デルタ・タイムを8倍する。暗示されている速度は、最高速度である。したがってデルタ・タイムを倍加しない。コンピューター114(図1)は、状態494に進み、「コーン」機能494(図14)に戻る。

本発明の天候、一日の時間(例えば夜明け、夕暮れ、夜)大気の状態、かすみの側面の模造は、図20a、20b、20cで示すスクリーン・ディスプレイで写し出す。図20aはシミュレートした道路504に沿って、ユーザー102(図1)が山脈502に接近する時の視野を示すビデオ・スクリーンの画面を示

すブロック図である。図20aはさらに空508と地面509を示す。図20bは、図20aと同じ画面を示すがかすみの層506を有する。かすみ506は、霧、スモッグ、煙、あるいはそのほかの大気の状態の結果である。図20bにおいて、かすみ506は、背景の山脈が部分的にしか見えるほどの厚さがある。この状態夕暮れあるいは夜明けを設す。図20cにおいて、シミュレートした状態は霧であり、かすみが背景の山脈502(図20b)をばかすほど厚くなっている。ユーザー102(図1)が、ビルや道路標識のなど対象物に接近する場合、かすみ506は光で照らされ、対象物(図20c)は光を反射したり過る空中粒子により生じる光学的なゆがみのために次第に色を変化させる。

前述した文の記載に類似する場面が、山脈(図20b)にも見られる。また明るさもかすみに影響されている。例えば、図20cにおいて、第1のビル510はシミュレートした自動車の位置からもっと離れている第2のビルよりもっと遠く、より明るい。垂直方向のかすみも、図示していないが本発明に含まれ、図20a、b、cでは水平方向のかすみの効果を示すことを理解すべきである。

概して図20a、b、cにおいて、かすみ506はシミュレートしている色彩を大気の状態のタイプに従ってゆがめる。例えば、現在の好適実施例において、次のような状態や色調を画面領域139にディスプレイする。夜一黒色、霧一灰色、夕暮れ一バイオレット、夜明け一黄色、日中一標準色、あるいは省略時解釈の色、雪一白色などである。

本発明のかすみのプロセスにおいて、空508と地面509とは画面領域139のその他の対象物とは異なった処理をする。例えば、ユーザー102(図1)の利用できる大気の状態やかすみのタイプは、操作者が予め選択する。本発明のシミュレーターの現在の好適実施例では、6つの状態を示し、ユーザー102が選択することができる。これら6つの状態は、図10にドライバー訓練システム100のメニュー・ディスプレイとして示す。

したがって、コンピューター114は処理時間を保持することができ(図1)、また、本実施例のその他の前提は、かすみ506には均一性があり、多角形の個々のポイントが視点あるいは画像ののぞき込むカメラ位置からの距離が異なっていると、すべてのポイントを同じ色で処理できると言うものである。

図21は、大気の状態の模造の部分あるいは、本発明の「大気的作用」の機能520のフローチャートである。機能520は、「実施初期」機能120(図12)の「対象物ディスプレイ」の機能292から「理想的な進路再現」の機能340(図16)、および「生徒の上からの視野再現」の機能348(図17)と呼ばれている。「大気的作用」の機能520は、制御処理120(図1)のどの機能でも具体化されていないが、制御処理120のいろいろな状態や機能に分散していることに注目することは重要である。このように、図21のフローチャートは機能の集まりの論理的な表示に過ぎない。68000のマイクロプロセッサ、ADSP、GSPはそれぞれ「大気的作用」機能520についての関連するコンピューターのソース・コードを有する。

本発明のかすみの側面に関して、制御処理120で実施する公知の機能を理解する上で特に興味があることは、J. D. FoleyとA. Van Damが著したFundamentals of Interactive Computer Graphicsという教科書のセクション16. 2 "Diffuse Reflection and Ambient Light" (575-577ページ)である。このセクションを参考文献として挙げておく。

「大気的作用」機能520は、画面領域139(図20a)のパラメーターや特性に次のような変更を加える。(1)空の色一かすみの厚みの機能、(2)地面の色一空の色に類似、(3)dimval一かすみが色彩に影響を与え始める前に最小距離を決定する予め選択したパラメーター、(4)kval一色彩がどれだけ早く変化するかを決定する予め選択したパラメーター、(5)光源1、光源2二つの光源の予め設定した位置と強度、(6)色彩パレット一色彩がかすむとどのように変化するかを決定する個々の多角形に関連する予め選択した色合いと強度などがそれである。

空の色と地面の色は機能520の状態546でダイナミックに変化する。残りの上記のパラメーターは初期化領域の状態522と524とをセットする。多数の光源すなわち光源(光源1、2)を使用して、多角形の画像に一層の深みを与えるものである。例えば、光源がひとつの場合には、色彩が均一な対象物がユーザーの方を向き、2つの面が含み合うコーナーがあれば、2つの面は同じ色をし

ているように見え、平面で接合しているように見える。しかし光源1が第1の角度で光の全強度の90%を向け、別の光源2が第2の角度で光の全強度の10%を向ける場合、対象物のひとつの表面は、別の表面とはわずかに異なった色彩の影ができる。普通のビデオ・システムの大部分でありうることであるが、どの特定のパレットから選択する色彩の数が限られている場合、探る問題を解決することが特に重要になる。これはほとんど普通のビデオ・システムには当てはまることである。

現在の好適なシステム100(図1)において、すべての多角形に操作者が色彩のパレットを与えている。この点において、色彩のパレットは操作者が、色彩選択のプロセスに役立つソフトウェアの道具を使用する上で役に立つ。0から14までの範囲の15色の色彩パレットを、個々の多角形に使用している。このパレットはシェーディングの数値と、かすみの数値の領域に配列されている。例えば、パレットの最初の8つの色0から7までは、多角形の自然色からかすみが0%の完全な影つきの色彩までの直線的シェーディングの段階を含み、色彩8から11まではかすみが25%の直線的シェーディングの段階を含む。一般的にパレットはかすみとシェーディングとの割合で変化がついた多角形のベース・カラーを含む。kvalとdimvalなどのパラメーターは、かすみの厚みとタイプを反映するように選択する。

再び図21において、一度操作者が色づけを完了し、ドライバーの訓練システム100(図1)を作動すると、開始状態で「大気的作用」機能520を入力して、「大気的作用」機能520でひとつの光源のベクトルをカメラのベクトルに等しく設定し、(例えば、双方の単位ベクトルがカメラの向いている方向に向いている)別の光源のベクトルは下向きであるという状態525に遊ぶ。光はあらゆる方向に分散すると考えられているため、光源がユーザーの視点から向かって来るようにするために、ベクトルのコピーが必要である。状態524に移行して、色彩のパレットは現在のかすみ状態を反映するように構成する。最初は制御処理120で始動して空や地面以外に多角形の色づけや多角形のディスプレイに関する残りの一連の状態はコンピューター114(図1)のADSPやGSPで実施する。

このようにして、ループ状態526に移行して、「大気的作用」機能520はdimvalやkvalで決まる予め選択したかすみの厚みに従って多角形の色彩を選択する一連の状態を開始する。次の状態、状態528において、「大気的作用」機能520は、色付け用の多角形を選択する。前にも注目したように、画面領域139(図20a)の対象物、例えば、ビルや標識などは、多角形でつくられている。色付けのために選択したのは、これらの対象物からの多角形である。

「大気的作用」機能520は機能520でカメラと選択した多角形の間の距離zを計算する状態530に移行する。多角形の最も近い頂点は、距離zから多角形の参考点として選択する。しかし多角形のどの点でも選択することができる。そして状態530において、次のようにして、かすみ数値を距離zから計算する。

$$\text{かすみ数値} = (z * kval) / \text{dimval}$$

zはカメラ位置と多角形の位置との間の距離であり、kvalは定数、dimvalは完全なかすみの場合の距離である。

「大気的作用」機能520で浮動小数点を適用する場合、kvalはかすみの範囲に設定することが好ましい。しかし、整数を適用する場合、kvalは、かすみの全範囲を十分にカバーするように選択する。

「大気的作用」機能520は、決定状態532において、zとdimvalとを比較する。zがdimvalより大きい場合、多角形は完全にかすみ、この多角形については、それ以上の処理(ディザリング)をしない。「大気的作用」機能520は、決定状態544まで継続し、もっと多角形がないかどうかを確認する。しかし、zがdimvalより小さい場合、かすみを通して部分的に見え、状態534に移行する。

状態534において、多角形の陰影の数値が決まる。この数値は光源ベクトル $Si = (xi, yi, zi)$ と多角形平面に対する法線 $N = (x, y, z)$ のドット積を計算することで決定する。それぞれのドット積には、2つのベクトルの間でできた角度と、光源ベクトルの大きさにより決まる尺度を有するスケーラーである。2つのベクトルが平行であれば、そのドット積はゼロとなり、多角形の色の強度も半分になる。もう一方において、ベクトル・ポイントがお互いに向

C1 C0      C0 C1

多角形の角でディザ・パターンがぶつかり合わないよう、ディザ・パターンをスクリーン上で垂直位置に配列しなければならない。このように、多角形が偶数の走査線で始まる場合はパターン1、奇数の走査線で始まる場合はパターン2を選択する。その後、制御処理120(図1)はGSPを用いて状態542で示すように、状態540で計算したディザ・パターンを用いてビデオ・スクリーン122の上に多角形を描く。次にADSPは、状態544で色づけしディスプレイする対象の多角形がもっとあるかどうかを判断する。もっと多くの多角形があれば、ループ状態526に移行し、「大気的作用」機能520が継続する。さもない場合、対象物の多角形をすべて引けば、機能520は状態546に進む。

GSPで作動したフレーム変更後の状態546において、機能520は、空508(図20a)と地面509とのカラー・パレットをセットする。例えば、空がかすみの色、例えば、灰色が霧で黒い色が夜になるように選択する。同じように、地面509に関して、カラー・パレットは、かすみの色と濃さに従って変化する。

次の議論では地面509の色付けについて言及するが、同じ手順が、空508のカラー・パレットを変更する場合にも適用されることを理解しなければならない。地面509(図20a)は多くの多角形からなり、それぞれの多角形は、カメラからの特定の距離に対応している。カメラがこれらの多角形に接近すると、多角形はかすみの中からはっきりした姿が見えて来る。地面の色彩については、次のようなカラー0からカラー14までの範囲で15色のセットが好ましい。すなわち、カラー14は、最高の視界からは見える多角形の色彩であり、カラー0は大気で退色しない多角形の色である。また水平線も15の多角形に区分けされている。色彩と多角形の数が多くなればなるほど、模造が改善される。しかし色彩と多角形の数の増加により、計算が複雑になる。水平線の画像のかすみは、現実のかすみの距離に合致してつくられる(dimval)。

例えば、かすみは視界140フィートの霧について設定している。それぞれの多角形は、10フィートの間隔をおき(140フィート・14)、多角形0の場合、地面509の最も低いポイントに配置したカメラからの距離は0、多角形14は同じカメラの位置からの距離は140フィートである。ここで乗り物を、50フ

き合っている場合、最強度の光源を多角形の表面で受ければ(すなわち、 $Si = N$ )、観察者は多角形の予め決まった色彩を見ることになる。そして、状態534では、(本実施例では、2つの光源、光源1と光源2がある)のドット積の成分を加算して和を出す。移動要因をその和に加えて、 $A = (0, M)$ (Mはスケール後のドット積の最悪のケースの和を示す)と呼ばれる一連の正の数値をつくりだす。一般的に、個々の光源には、1.0に等しい大きさ(強度)があり、光源が同じ方向に向いているとすれば、スケール前の可能な限り最高の範囲は、 $(-2.0, 2.0)$ である。スケール後の後には、Aの最大値が常に $(0, 4.0)$ になるように範囲を設定する。

そして「大気的作用」機能520は多角形についてのディザ・パターンの色を決定する状態536に進む。ディザ・カラーはかすみの数値と陰影の数値で引くディザ・ルックアップ・テーブルに定義されている。ディザ・ルックアップ・テーブルのそれぞれの見出しは、2つの色彩X0とX1の多角形パレットのオフセットを含み、ディザ・パターンの中で用いている。本実施例において、それぞれの多角形について、パレットの中で16色を使用する。したがって、X0とX1とは、0から15までの間の数値となる。

「大気的作用」機能520は、状態538に進み、2つのディザ・カラーのオフセットがベース・カラーに付加される。多角形のベース・カラーBは、どの16色のグループを使用するかを指定する。256色のパレットでは、16の色彩のグループがある。このように多角形のベース・カラーは0から15までの範囲となる。2つのディザ・カラーC0、C1は多角形用であり、次のように決定される。

$$C0 = (B * 16) + X0$$

$$C1 = (B * 16) + X1$$

次に状態540は、多角形の位置に基づいてディザ・パターンを決定する。本実施例で用いるディザ・パターンでは、次に示すようにXのパターンに配列した2色の2 X 2のディザ・パターンを用いている。

パターン1   あるいは   パターン2  
C0 C1                      C1 C0

イートの高台の頂上に走らせたとしよう。そうすると多角形0はカメラから50フィートの距離になり、多角形1はカメラから60フィートの距離などとなる。例えば多角形0など、多角形の色を決定するため、「大気的作用」機能520は、多角形とカメラとの間の距離を、例えば50フィートと取り、ももとの範囲の色彩の間に直線補間をなす。例えば、地面に関連するカラー・パレットの色彩をセットすると、多角形0は、地面の色と霧の色の間で50/140(35.7%)、多角形1の場合には60/140(42.8%)である。この例における視界距離140フィート以上離れている多角形の場合には、霧でかすみ、100%霧の色彩となる。

最高視界を変更するという事は、多角形の間の距離が異なっているということである。例えば、視界が350フィートであれば、それぞれの多角形の間隔は25フィートとなる(350フィート/14)。乗り物が50フィートの高台の頂上にある場合、多角形1は色彩が地面の色と霧の色の間で75/350(21.4%)となる。

図22に示すシステム100の計器板130は、速度計602、トランスミッション・ギヤ・インジケータ606、インジケータと警告ランプ領域608を含む。方向指示器レバーを始めとするシステム100のいくつかの入力装置、自動トランスミッションすなわちシフト・レバー110やハンドル112なども示す。ユーザー102(図1)がシミュレートした乗り物を「始動」した時、速度計602とインジケータは作動する。速度計602は、速度を測定する。ギヤ・インジケータ606はギヤ・インジケータ・ディスプレイ領域604の上のシフト・レバーの位置を視覚表示する。インジケータと警告ランプ領域608は、次のような指示器を備えている(左から右)左回転信号608a、温度、電池、シートベルト、ブレーキ、ABS、オイル圧力、ハイ・ビーム(ヘッドライト)、緊急フラッシュ、右回転信号608bなどを備えている。この議論で重要なのは、操縦コラム・ハウジング610搭載の方向指示器レバー104である。

図23において、操縦コラム・ハウジング610に搭載する方向指示器レバー104用のアセンブリー612について記載する。アセンブリー612は、

ハウジング610に内蔵する。レバー104には3つの位置がある。すなわち太線で示す中心位置あるいは、ニュートラルの位置、ダッシュ線で示す右回転位置104'と左回転位置(図示せず)である。ユーザー102(図1)が、右回転を希望する場合、へこみの位置に達するまでレバーを上へ引っ張り、へこみの位置にきたら右回転信号608b(図22)を作動する。そして通常は短い時間直線運転した後、ユーザー102は、ハンドル112を中央位置から時計回りに旋回し始める。中央位置はシミュレートした自動車の直線の前進運動を運転する時のハンドル112の位置である。アセンブリー612は、右回転信号608の旋回を作動した状態に維持する。コーナーの頂点に達した時、ハンドル112は時計と反対の方向に旋回している。ハンドル112を中央位置に戻している間、レバー104は中央位置に戻り、右回転信号608bは停止する。

方向指示器レバー104は、フレーム618に搭載するリテーナプレート614で保持する。リテーナプレート614は旋回点616を中心に旋回する。右回転プランジャー619は、フレーム618の中ぐりに搭載し、中ぐりのスプリング(図示せず)で位置決めする。中央のへこみ620、右のへこみ621(ダッシュ線)、左のへこみ622はリテーナプレート614の上に示す。右のへこみと左のへこみを利用して、中央のへこみの位置からレバー104の位置を保持する。

レバー104の名目上の中央位置において、中間スプリング(図示せず)でバイアスのかかった、アセンブリー612に縦方向に位置する2つのボールが中央のへこみあるいは穴620に係合する。しかし、レバーが右手旋回位置104'に向かって動くと、スプリングは圧縮し上のボールは中央のへこみから離れる。上方のボールがスプリングで右のへこみ621にはまるまで、リテーナ614は旋回する。

右回転のマイクロスイッチ624は信号線(図示せず)を介してコンピューター114に接続する。レバー104を、位置104'に向かって押し上げると、フレーム618は、旋回点616を中心として時計方向に回転し、ハードストップ626に達するまでマイクロスイッチ624のマイクロプランジャー押す。フレームの新しい位置618'とプランジャーの新しい位置619'は、ダッシュ

線で示す。

方向指示器レバー104は右へこみ621で、位置104'に保持する。マイクロスイッチ624は信号を伝達し、制御処理120(図1)に、右回転していることを知らせる。そして制御処理120は計器板130(図1)に信号を伝達し、右回転信号608bを作動する。

ユーザー102(図1)がハンドル112(図22)を右に時計の方向に回転し始めると、取消ピンも、ハブ領域632でハンドル一緒に回転する。取消ピンの回転634により、プランジャー619が中ぐりの中でスプリングに抗して動くが、フレームの位置618'には影響しない。取消ピン630が、スプリングで押圧された一時的な位置でプランジャー619を通過した後、プランジャーはダッシュ線の位置619'に戻る。取消ピン630は、回転を続け、例えば、12時の位置が右回転の頂点で達成される。そして、ハンドル112が時計とは反対の方向に回転して、シミュレートした自動車の運動を調節すると、回転640により、取消ピン630は位置619'において、プランジャー619の側面に押圧される。このようにプランジャー619に圧力を加えると、フレーム618が旋回点616を中心として、時計とは反対の方向に回転し、レバー104は中央位置に戻る。マイクロスイッチ624上のマイクロプランジャーが解除され、コンピューター114に送る信号を介して、右回転信号608b(図22)を解除する。前述したものと同じようなマイクロスイッチ、ハードトップ、プランジャー(記号なし)などを、アセンブリー612に均等に配置して左回転する。

図24は部分断面で示す座席と低周波スピーカー・アセンブリー800の好適実施例の側面図である。座席と低周波スピーカー・アセンブリー800の目的は、ユーザー102(図1)に有意義で、現実的な道路の感触の模倣を与えることである。アセンブリー800は、好適には軽量のプラスチック製あるいは革張りした座席802などのハウジングを含む。ユーザー102はその座席の上に着席し、システムを運転する。座席802は、好適には厚い金属製で、座席調節機構をハウジング804に可動的に搭載する。座席調節機構は、ユーザー102が座席802を運転制御(図1)に対して好適な位置に調節できるようにす

る公知技術なら、どのようなタイプのものでも良い。座席の調節は、座席調節制御806を操作するユーザー102がなすものである。

座席調節機構のハウジング804を概して参考番号808で示す取り付けポストの上部に装着する。この好適実施例では、取り付けポスト808は円筒形であり、上部809と下部810とを備え、ステンレス鋼などのしっかりした材料で製造されていることが好ましい。下部810は上部809より直径が小さい。円筒ベアリング812は、取り付けポスト808の下部810と同一平面に搭載する。

取り付けポスト808の下部810は、旋回台816の取り付け穴814(図25)を貫通する。取り付け穴814は、直径が4インチであることが好ましく、これは取り付けポスト808の下部810の外径よりもわずかに大きい。ベアリング812を取り付けポスト808の下部810に搭載し、下部810が取り付けポスト808を貫通して伸びる場合にはベアリング812の上面を取り付けポスト808の上部と旋回台816の上面との間に配置する。ベアリング812は座席の旋回を容易にするのであれば、公知技術のどのようなタイプのものでも良い。旋回台816はステンレス鋼製であることが好ましく、座席取り付けプレート820の上部と同一面に取り付け、座席取り付けプレート820を貫通し、半剛性の振動板824の中に伸びる4個のねじ822(そのうち2個を示す)によって主として座席取り付けプレート820の上部に固定する。

固定部材826は旋回台816の下に取り付けポスト808の下部810に装着し、座席802を旋回させながらも、固定部材826により取り付けポスト808が、持ち上がり取り付け穴814からはずれるのを阻止している。当業者は、固定部材が取り付けポスト808の下部810のねじとの組み合わせあるいは、座席802の回転を可能にしながら記載したやり方で、取り付けポスト808を固定するその他のものと組み合わせ使用するナットや止め座金から構成することができる。

旋回台816は座席取り付けプレート820に装着し、座席取り付けプレート820は、端を開先した横16インチ、縦18.75インチ厚さ3/4インチの厚いベニア合板であることが好ましい。座席取り付けプレート820は、さらに

半剛性の振動板824に装着する。半剛性の振動板824は、横29.80インチ、縦35.50インチ、厚さ1/2インチあるいは3/8インチのベニア合板であることが好ましく、合板の上部は、ユーザー102のしっかりした足場になる、波形のついたゴムのマット825(図25に示す)で覆っている。半剛性の振動板824は、十分な可とう性を持ち、隣接するエンクロージャー828に配置する低周波スピーカー830が引き起こす空気圧の変化に反応して振動することができる。低周波スピーカー830とエンクロージャー828の作動は後に詳述する。

半剛性の振動板824の下面の外側の端には、4つの垂直な支持部材832(その内2つを図示)を接続する。垂直な支持部材832は、厚さ3/4インチのパーティクルボードでつくることが好ましく、外縁に沿って半剛性の振動板824に接続し、下向きに垂直に伸びる。垂直な支持部材832の下面には、好ましくは厚さ厚さ3/4インチのパーティクルボードでできた水平の支持部材834が接続する。この水平の支持部材がアセンブリー800のベースプレートの役目を果たす。水平の支持部材834の長さとは幅は、半剛性の振動板824の長さ、幅と同じであり、半剛性の振動板824、垂直の支持部材832、水平の支持部材834を組み立てると、矩形的箱型構造になる。外側の端に平行であり、約1インチ中に挿入した半剛性の振動板824の下面には、また4つのクリート836(2つを図示)も搭載する。4つのクリート836は断面が3/4インチの方形のmahogany材でできていることが好ましい。クリート836が半剛性の振動板824の角の付近で交差する場合には、実質的に隙間なくで相互に接合することが好ましい。

クリート836下面には、実質的に隙間なくスピーカー部材840を装着する。スピーカー部材840は、厚さ3/4インチのパーティクルボードでできた、横27.80インチ、縦33.50インチ矩形であることが好ましい。スピーカー部材には、さらに直径約7インチの穴842が含まれる。スピーカー830はスピーカー840の下部に好ましくは実質的に隙間なく搭載し、スピーカー830の振動板が、実質的にその穴842を中心とし、エンクロージャー828の中の空気に触れている。したがって、エンクロージャー828は実質的に半剛性の振



動板824、クリート836、スピーカー部材840、スピーカー830、旋回台816で形成する。エンクロージャー828には気密性を有するが、完全に気密にすることは、アセンブリー800を操作するための必要条件ではない。現在のこの好適実施例において、スピーカー830は、QUAM NICHOLSのモデルで、8インチ、50ワットの2つのターミナル・ウーファー・スピーカーでパート番号92-9846である。

図25は、図24の25-25の線で切り取った座席とスピーカー・アセンブリーのベース部分の上面図である。図25は、現在の好適実施例のスピーカー830とエンクロージャー828を含むベースを具備するいくつかの部材の相対的な取り付け位置と寸法を選択して示す。後述の記載をはっきりさせるため、図25には2方向の矢印844と846とを示す。プレート820の取り付け穴814は、プレート820の中心から矢印846の方向に約4インチ、矢印844の方向に約3インチずれていることが好ましい。取り付けポスト808（図24）は穴814から外側に垂直に伸び、取り付け穴814がプレート820の中心から矢印844の方向にずれているのと同じ距離ほど、同じ矢印844の方向に、中心からずれている座席調節機構のハウジング804（図24に図示）に結合することが好ましい。

座席802を名目上の位置に向け、図24に示すように矢印846とは反対の方向に向ける場合、矢印846の方向に座席取り付けプレート820の中心から約4インチずれて置くとともに、矢印844の方向で座席取り付けプレート802を中心を置くように、座席802を配置する。座席802をこのように配置すれば、座席802は旋回することができるためにユーザー102が座席802座り安くなる。したがって座席802を矢印844の方向に向けると、座席802の端が、半剛性の振動板の端を越えて伸びることが好ましいことになる。図25はまた、旋回台816（図24）を、座席取り付けプレート820と半剛性の振動板824に固定する4つのねじ822用の4つの穴823の位置も示す。スピーカーの穴842はスピーカー部材840（図24）の実質的に中心に配置する。図25に示すように、穴842は半剛性の振動板824の下でほぼ中心に位置するスピーカー部材840に配置する。半剛性の振動板824の上面は、部分的に

図1、24、25において、システム100が出力変動の時期でない場合、リレー852は、増幅器から受けた高い振幅や低周波信号をスピーカー830に送る。そしてスピーカーの振動板850は高い振幅や低周波信号にตอบสนองして振動し、エンクロージャー828の中の空気を排除する。このようにエンクロージャー828の中の空気を排除すれば、エンクロージャー828と同じ構造部品を共有する半剛性の振動板824をはずんだり振動したりする。そして半剛性の振動板824の振動が、座席取り付けプレート820や座席取り付けポスト808を介して、座席802さらにはユーザー102に伝わる。このように、エンジンの振動、対象物との衝突などは、シミュレーション・システム100のユーザー102に現実的に表示することができる。

例えば、図2に示すコースでシミュレートした乗り物の運転中にコーンに衝突する感触をシミュレートするため、制御処理120はウェーブ・テーブル（図示せず）から、音のウェーブ・サンプルを検索し、鋭い低周波ピークを有する同じアナログ信号を送る。フィルタ854では信号の低い周波数（80Hz以下）を増幅器850に送る。増幅器850では信号の振幅を増し、それをリレー852に送る。そしてシステム100が、出力変動の時期になれば、このような高い振幅の信号をスピーカー830に送る。スピーカーは、高い振幅パルスを、スピーカーの振動板を振動させることにより、エンクロージャー828の空気を介して伝達する。結果的に生じるエンクロージャー828の中の空気の排除と圧縮は、半剛性の振動板824に伝わり、最終的には座席802に座席するユーザー102に伝わる。そしてユーザー102は、スピーカーの振動板がエンクロージャー828の空気を動かす際のコーンを叩く感触をシミュレートしたいという急激な衝動を感じる。

制御処理120は、ひとつの出来事について、ウェーブ・テーブルに格納したいろいろな音のサンプルを前述したような方法でユーザー102に伝達することができる。コーン衝突において制御処理120が発生する低周波信号は100ミリ秒から1秒まで持続時間がある。エンジンの振動を測定する信号などそのほかの信号は、持続時間がもっと長い。ウェーブ・テーブルに格納した音のサンプルの数を増すことにより、システム100では、その他数多くの道路の感触の手が

図25に示す波形付きのゴム製のマット825で覆う。このマット825は、鉄や接着剤で半剛性の振動板824に固定することが好ましい。図25にはさらに、半剛性の振動板824の下に搭載したクリート836を示す。クリート836は、合致し端で相互に接合しているところも示す。

さて再び図1を参照しながら、アセンブリー800の基本的な操作について説明する。制御処理120は、例えば、対象物との衝突やエンジンの振動などといった出来事が起こっていることを示す入力を模倣処理118から受ける。それに対して制御処理120は、コンピューター114のRAMのひとつに格納するウェーブテーブル（図示せず）の中にある信号のデジタル表示にアクセスする。ウェーブテーブルには、特定の対象物との衝突やエンジン音などさまざまな出来事に対応する信号の周波数、振幅数、継続時間などの公知のデジタル表示を格納する。一度デジタル表示にアクセスすると、制御処理120はデジタル表示を再現し、特定の出来事を表すアナログ信号に変換し、それをローパス・フィルタに送る。

フィルタ854は、周波数応答が20から80ヘルツ（Hz）のローパス・フィルタであり、周波数が80Hz以下の信号だけがフィルタ854を通過して、増幅器850に通過する。増幅器850は出力28ワットのアンプであり、最高の利得で、24ボルトのピーク・ピーク出力信号をつくり出すことができる。したがって増幅器850はローパス・フィルタ854から受信する低周波信号の振幅を増し、その増幅信号をリレー852に送る。

リレー852はシステム100のパワーを上げ下げすることで発生する電圧のスパイクにより起こる損傷からスピーカー830を保護するように設計されている。当該技術で理解されているように、電子装置が出力を変動する際には一時的な電圧のスパイクが発生し、そのスパイクをスピーカー830に類似するスピーカーに伝えたと、スピーカーが破損することになる。たとえこのような一時的な現象でスピーカー830が破損しないとしても、座席802に座るユーザー102は落ちつかなくなる。したがって、リレー852は後述する制御回路856に接続し、その回路により出力の変動する間にはスピーカー830を、システム100の電気回路から切り離す。

かりを用いることができる。同じ出来事の間、制御処理はエンジン音、コーン衝突などを表す独立信号をスピーカー123、124に送る。

リレー制御回路856は、図26を参照することでもっと完全に記載できる。リレー制御回路856は、例えばシステム100の出力を上げ下げするなど出力変動時にはリレー852のスイッチを切るように設計されている。リレー制御回路856は、システム100の実際の電圧が通常の入力電圧より低く、好ましくは14VDCの場合、リレー852は増幅器850からのスピーカー830への入力を切断する。トランス（図示せず）の12VAC出力信号は、公知のやり方で整流し、14VDC信号をつくり出す。

図26に示す回路856の操作をここで記載する。システム100のスイッチを入れた場合、トランスからのAC電圧（V.....）をダイオード857へ入力となる。そしてこの電圧は、比較器864の非逆転入力（+）に結合するコンデンサ860を充電し始める。同時に、比較器864の逆転（-）入力に接続するコンデンサ870は、抵抗器862を介して、好ましくは14VDCで、通常の入力電圧あるいは参照電圧（V...）でも充電することができる。比較器873の非逆転（+）入力に接続するコンデンサ870も、抵抗器869を介して参照電圧（V...）で充電する。比較器864の非逆転（+）入力の電圧が、比較器864の逆転（-）入力の電圧を超える場合、比較器864は高い電圧を出力し、その高い電圧は、コンデンサ872のゆっくり充電する電圧を発生し、比較器873の逆転（-）入力に出現する。比較器873の逆転（-）入力の電圧が比較器873の非逆転（+）入力の電圧を超える場合、比較器873の出力は低くなり、リレーのコイルを付勢しスピーカー830を増幅器850に接続する。

システム100のパワーを切ると、回路856は次のように作動する。コンデンサ860は急激に放電して、比較器864の非逆転（+）入力の電圧を比較器864の逆転（-）入力の電圧よりも低くするように降下し、この比較器のスイッチを切る。したがって、比較器873の逆転（-）入力の電圧は降下する。その結果比較器873の非逆転（+）入力の電圧が逆転（-）入力の電圧より大きいために比較器873のスイッチが切れる。比較器873のスイッチが切れ



ば（出力が上昇）、リレー852のコイルは消勢する。そしてリレー852が増幅器850からスピーカーを切り離す。

システム100のパワーが上昇する場合、リレー852のコイルの付勢を、かなり長い間、好ましくは4秒間スピーカー830を増幅器850に接続し、スピーカー830を破壊するような過激現象を消滅させる。しかし、システム100がパワーを下げる場合、急激にリレー852のコイルを増幅器850から、好ましくは約16ミリ秒で切り離して、過激現象がスピーカー830に伝わらないようにすることが望ましい。回路856の現在のひとつの好適実施例の数値を下図表1に示す。図26に示す回路構成において使用する場合、適切に早いスイッチオフの時間と適切に長い遅延スイッチオンを達成する。

表1

識別子	部分	部品番号	数値
864	比較器	LM311	-
873	比較器	LM311	-
857	ダイオード	1N4001	-
874	ダイオード	1N4001	-
858	抵抗器	-	10キロオーム
859	抵抗器	-	4.7キロオーム
861	抵抗器	-	470オーム
862	抵抗器	-	10キロオーム
866	抵抗器	-	82キロオーム
867	抵抗器	-	270オーム
869	抵抗器	-	4.7キロオーム
871	抵抗器	-	10キロオーム
860	コンデンサ	-	2.2マイクロファラド /50V
863	コンデンサ	-	0.1マイクロファラド
870	コンデンサ	-	0.1マイクロファラド
872	コンデンサ	-	0.1マイクロファラド
865	コンデンサ	-	47マイクロファラド
868	コンデンサ	-	0.1マイクロファラド

車のブレーキ・ペダルと同じ方向にシミュレーター・システム100のハウジング（図示せず）に固定する。

接続ロッド906は取り付けプレート902の穴を貫通する。接続ロッド906の中で取り付けプレート902の後面から伸びる部分はねじにすることが好ましい。接続ロッド906のねじ付きの部分は、取り付けプレート902の後面903に隣接する接続ロッド906に配置する座金908である。接続ロッド906の直径よりわずかに大きな開口部を有する円筒形の弾力のあるバンパーとスプリング912とともに、座金908に隣接する接続ロッド906のねじ付きの部分に配置する。スプリング912の内径は、バンパー910の外径よりわずかに大きく、バンパー910を接続ロッド906に配置すると、スプリング912を、バンパー910の上に搭載する。スプリング912を保持し圧縮できる座金914も、接続ロッド906に配置することができ、スプリング912と弾力のあるバンパー910を、座金914と座金908との間で、接続ロッド906と軸方向に並べて配置することができる。スプリング912は弾力のあるバンパー910より長く、スプリング912を圧縮すれば、弾力のあるバンパー910が、同時に座金908と914とに同時に接触する。ナット916により、座金914を接続ロッド906の特定の位置に調節可能に固定することができる。

接続ロッド906の中で、取り付けプレート902の前面905から突出する部分はクロス・ピース918に接続し、クロス・ピース918は、同じような力の乗数アーム919（ひとつを図示）を接続させる。弾力のあるリバウンド・バンパー920を、取り付けプレート902とクロス・ピース918との間で、接続ロッド906の一部に配置する。電流をソレノイド922に印加すると、力の乗数アーム919がそれに応じて動くというやり方で、力の乗数アーム919の上端を、電気制御したソレノイド922の2つのアームのひとつにそれぞれボルト付ける。

さらに調節ねじ928も、力の乗数アーム919の間に接続する別のクロス・ピースにも搭載する。調節ねじ928は、クロス・ピース918を貫通し、力の乗数アーム919をレバー・アーム926に接続する。調節ねじ928のおかげで、ユーザー102は、ソレノイド922が引き金となり、力の乗数アーム919

図27は座席と低周波スピーカー・アセンブリ880の別の好適実施例の断面を示す側面図である。アセンブリ880の目的は、ユーザー102

（図1）有意義で現実的な道路の感触の手がかりを与えることでもある。アセンブリ880は、少なくとも内部の中空部を有する、座席882などのハウジングを含み、へこみ884を含む。へこみ884には低周波スピーカー881があり、低周波スピーカー830は、スピーカー830の振動板が座席のエンベロープブラダー886の中の空気につながっている。スピーカー881の振動板88は、スピーカー端子に与えられる信号に応答し、通常のやり方で前後に動く。このよう前後運動は、空気を通して伝達され、座席882の表面に振動を起こす。表面888はいくらか可とう性を持つが、強力なプラスチックの材料でできている。奥の面や下面は幾分厚くそれ故に剛性を持つが、ユーザー102に接する面（図1）は、より薄く、空気の振動に応答して曲がる。ユーザー102に接する表面は、覆いとクッションがかかっている。

現在の本好適実施例のスピーカー881は、Radio Shackが販売するモデル40-1348デュアル・コイルの8インチ・スピーカーである。スピーカー881には4つの端子が付いており、第1の端子のセット890は、図27に示す。スピーカー881は4個のボルトで、座席882に固定する。その内2個のボルトの位置は一对の穴883aと883bで示す。スピーカー881は、図24、25に示す好適実施例のスピーカー830と同じように、リレー852、増幅器850とローパス・フィルタ・システム100の制御処理120に接続する。スピーカー881は前述したのと同じやり方で、道路の感触の手がかりを示す信号を受信する。

図28は図1に示す本発明の好適実施例の装着したブレーキ・ペダル106を備えたABS900の断面図を示す。ABS900は、ブレーキ・ペダル106が実際の自動車におけるブレーキ・ペダルの運動をシミュレートする運動に備えるように機能的に配置する。

ABS900は後面903と前面905とを有する取り付けプレート902を含む。取り付けプレートは複数の取り付け穴904（ひとつを図示）を含み、その穴904を貫通してねじ（図示せず）でブレーキ・システム900を通常の自動

9の運動量をレバー・アームに926に対して調節する。したがって、調節ねじ928を締めると、レバー・アームに926に対する力の乗数アーム919が移動できる量を減少させることができる。2つの力の乗数アーム919の下端は、ボルト932とナット（図示せず）でブレーキ・ペダル部材に接続する。ソレノイド922は、プレート924の上面に固定する。プレート924の下面は、プレート924から垂直に下向きに突出するレバー・アームに926に固定する。

レバー・アームに926は、レバー・アーム926の長さに沿って、下端の付近でブレーキ・ペダル930に溶接する。レバー・アーム926はブレーキ・ペダル930の表面と交差する。ストレーン・ゲージ934はブレーキ・ペダル106に力を印加した際にレバー・アームの変形を感知する位置でレバー・アームの材料に接合することが好ましい。ストレーン・ゲージ934は、通常の構造を有し、金属タイプのものと半導体タイプのものとがある。ストレーン・ゲージ934は、特にレバー・アームを変形した時に長くなったり短くなったりして、抵抗が変化する、蛇行する低抵抗性の経路である。この抵抗の変化はこれから検知する適切な電気回路で検知することができる。

ブレーキ・ペダル930は実質的にL字型の部材であり、最初は力の乗数アーム919から実質的に下方向に伸び、取り付けプレート902からはブレーキ部材930がブレーキ・ペダルで終了する箇所まで実質的に外側に伸びる。ブレーキ・ペダル106は、実際の自動車においては、通常のブレーキ・ペダルと同じであることが好ましい。ブレーキ・ペダル部材930は旋回ベアリング部材938に固定接続する。旋回ベアリング部材938は取り付けプレート902の前面905に搭載した2つの矩形固定部材940（そのひとつを図示）の間に水平に搭載する金属製のシリンドラからなることが好ましい。

ここで図1と28とを参照しながら、ブレーキ・システム900の機能的な操作について記載する。シミュレーター100から観察する状態お応答して、ユーザー102は、足でブレーキ・ペダル106を置き、実際のブレーキ・ペダルを踏むように、ブレーキ・ペダル106を踏む。ユーザー102がブレーキ・ペダル106を踏むことで生じる力に応じて、ブレーキ・ペダル部材930は矢印942の方向に旋回ベアリング部材938の周囲を旋回する。これにより、旋回

ペアリング938の上方のブレーキ・ペダル部材930の部分が、矢印944の描く方向に動くようになる。旋回ペアリング938の上方にあるブレーキ・ペダル部材930の部分が力の乗数アーム919に接続しているために、力の乗数アーム919もまた、矢印944の方向に動くようになる。力の乗数アーム919が矢印944の方向に動けば、力の乗数アーム919に装着する接続ロッド906も同じ方向に動く。この方向は図28の正のXの方向である。

接続ロッド906は、装荷した座金914、ナット916を含むため、接続ロッド906が矢印944の方向に動けば、座金914とナット916は正のX方向に動くことにもなる。座金914はX方向に動くため、スプリング912を圧縮し、負のX方向で座金914に働く力が直線的に増す。最後にはスプリング912は座金914が弾力のあるバンパー910に接触する場所まで圧縮する。その場所では負のX方向に座金914により大きな力が働く。ユーザー102が矢印942の方向にブレーキ・ペダル106を踏むのを止めれば、スプリング910が座金914と接続ロッド906を負のX方向に最初の位置まで押しつけ、それによって、力の乗数アーム919とブレーキ・ペダル部材930とブレーキ・ペダル106とが、最初の踏みつけない位置にまで戻るようになる。理解する事ができるように、スプリング912と弾力のあるバンパー910が、矢印942の方向にブレーキ・ペダル106を踏むユーザー102とは反対に働く力の量は、別の場所にある座金914を、接続ロッド906に沿って配置し、ナット916で座金914をその場所に固定する事により、調節する事ができる。

このようにブレーキ・ペダル106を矢印942の方向にブレーキ・ペダル106を押せば、またレバー・アーム926を変形し、ストレイン・ゲージ934の走行する抵抗性の経路が、短くなったり長くなったりして、測定される抵抗を変化させる。ストレイン・ゲージ934は、図1に示すように、コンピューター114の制御処理120に電気接続されている。理解できるように、レバー・アーム926の変形が増すことによるストレイン・ゲージ934の抵抗値の変化をコンピューター114が利用できる電気信号に変換するためには、さらに電気回路を付加することが必要である。したがって、本発明の実施例では、市場で販売されているタイプのブリッジ/インターフェース回路946(図1を参照)を含む。

ソレノイド・アーム921がこのように動くことにより、力の乗数アーム919が振動する。力の乗数アーム919が、ブレーキ・ペダル部材930に接続され、ブレーキ・ペダル部材930はブレーキ・ペダル106に接続されているため、最終的にはユーザー102が、ブレーキ・ペダルを踏む時、力の乗数アーム919の振動を感じるようになる。当業者に理解できるように、力の乗数アーム919にこのように引き起こされた振動の振幅は、その力の乗数アーム919に装着した調節ねじ928を締めたりゆるめたりすることによって、制御することができる。したがって、ねじ928を調節するユーザー102がブレーキ・ペダル106を踏む間に感じる振動を、実際にABSを装備した自動車ではABSブレーキをかけた時のブレーキ・ペダルの感触に近づけることができる。

現在の好適実施例において、制御処理120はシミュレートした乗り物が動き続け、ユーザー102が脈動電圧を発生させるために十分な力でブレーキ・ペダル106を踏むかぎりでは、ソレノイド922に脈動電圧を送り続けることになる。脈動電圧はパルス幅が40ミリ秒、周期が100ミリ秒であることが好ましい。

本発明の好適実施例は、ドライバー訓練システムなどの乗り物のシミュレーターに関して主として示し記載したが、本発明は別のタイプのシミュレーターにも使用することができる。前述した本発明の実施例には、従来技術に比べていくつかが有意義な利点がある。具体的には本特許の出願人が開示したシミュレーション・システムは、シミュレーターのユーザーに道路の感触についての広範囲な手がかりを発生伝達することができるものである。こうした道路の感触の手がかりは、格納して置き、シミュレートした領域で何かが起これば思い出す。このような出来事、例えば、衝突などは特定の道路の感触があり、多数の感触を収納伝達する機構によりユーザーに伝達する。

さらに本発明の出願人が開示したシミュレーション・システムは、現実の世界で運転する場合の乗り物の制御装置の感触を現実的に再現するものである。具体的には、本発明のドライブ装置には、フィードバック付きのハンドルと、ABSブレーキの感触をシミュレートするブレーキとを含む。このような特徴を有する現実世界をいっそう現実的に表現し、現実世界でこのような乗り物をどのように操作するかのいっそう優れた教育体験を供給するものである。

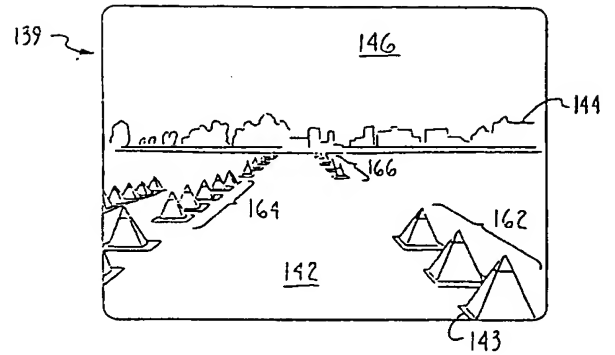
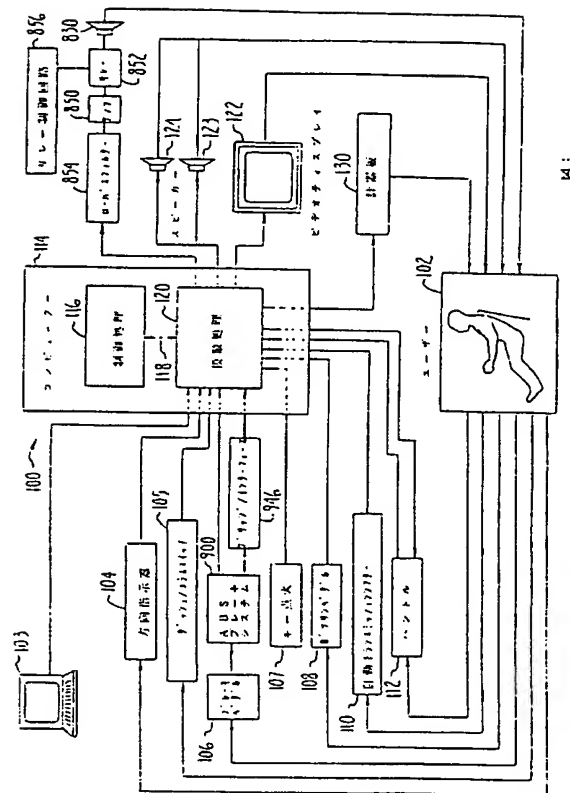
一般的に、ストレイン・ゲージ934の抵抗は、レバー・アーム926の材料が変形する間はほとんど変化せず、したがって、ブリッジ/インターフェース回路946もまた、ストレイン・ゲージ934の抵抗のわずかな変化を検知するために使用するブリッジ回路を含む。さらにブリッジ/インターフェース回路946はアナログのブリッジ回路の出力信号を制御処理120で使用するのに適したデジタルのフォーマットに変換するインターフェース回路をも含む。関連技術において、当業者に理解できるように、ストレイン・ゲージ934、特に感度のよいシリコンを基にしたストレイン・ゲージ934の使用で困難な点は、これらのゲージには、温度が浮遊する特性があり、そのためにメモリが不正確になるという点である。こうした影響を最小限に抑えるために、レバー・アーム926が変形しない時にはブリッジを静かな状態でバランスを取ることが望ましい。

具体的には、現在の好適なブリッジ/インターフェース回路946は、Moncriefらの米国特許第4,949,119号の図28に示す回路と実質的に同じであり、このような回路を使用することが好ましいことは、同米国特許のコラム7、3行から60行に記載され、この回路を、バランス・ブリッジおよびアナログ・デジタル変換器として作動するやり方は、同特許のコラム9、16行からコラム10、32行に詳しく記載されている。Moncriefらの米国特許第4,949,119号をここで参考文献として記載する。

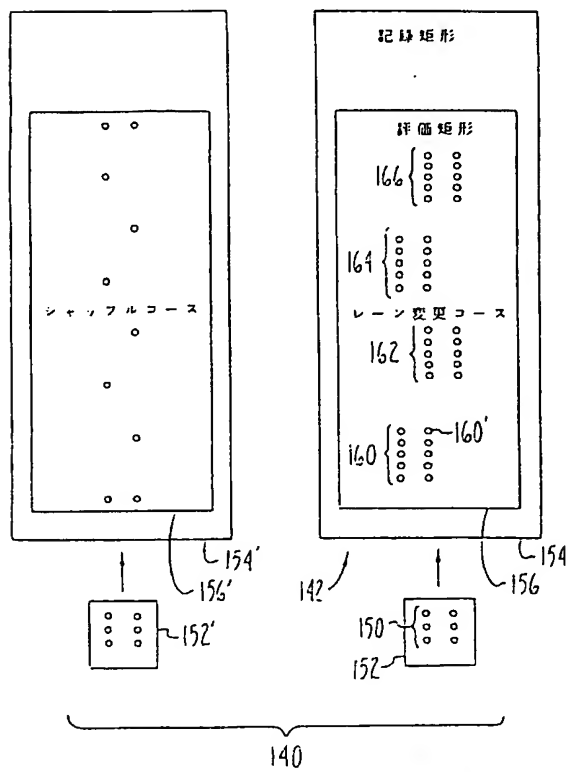
図28に示すABS900は、現実世界の自動車ではABSが作動するほど十分な力でブレーキ・ペダル106を踏む時ユーザー102が感じる感触をシミュレートする。前述したように、本好適実施例において、ユーザー102がブレーキ・ペダル106を踏むと、レバー・アーム926が変形し、その変形をストレイン・ゲージ934で検知する。ストレイン・ゲージ934は、ストレイン・ゲージで検知した信号をコンピューター114、具体的には制御処理120で処理できる信号に変換するブリッジ/インターフェース回路946に接続する。

この信号が、ユーザー102が現実世界の通常の自動車を作動できる十分な力でブレーキ・ペダル106を踏んでいるということを示せば、制御処理120は、脈動電圧信号をソレノイド922に送る。この脈動電圧に responding、ソレノイド922により、ソレノイド・アーム921を正と負のX方向に前後運動する。ソ

前述した記載の中で議論の対象となつたいろいろな実施例に適用した本発明の基本的な新しい特徴を示し記載し指摘したが、いろいろな省略、代替物、形式の変更、例示した装置の詳細などは、本発明の精神とかけ離れることなく当業者が行うことができることが理解できるであろう。記載した実施例は、限定ではなく例示としてあらゆる観点から考慮すべきである。



**2**



**3**

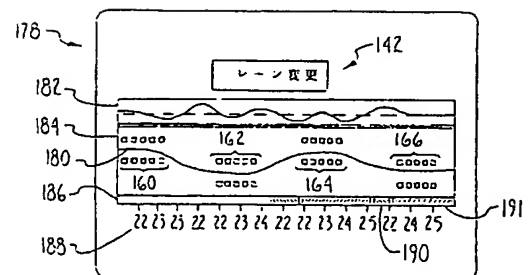
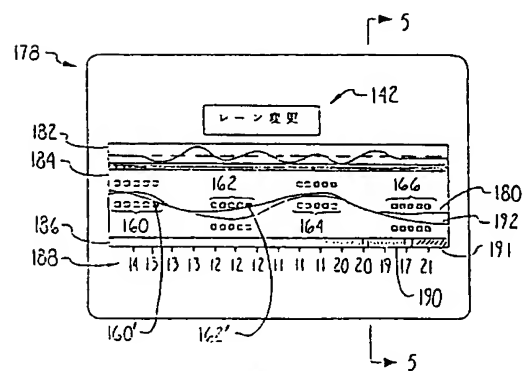


图 4-3



4 b

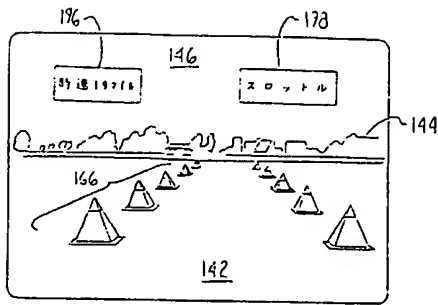


図 5

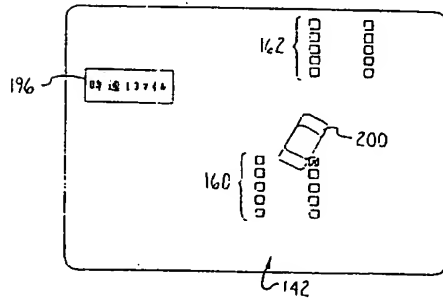


図 6

トラック： 判 定  
乗 り 物： 警 察  
天 候： 日 中

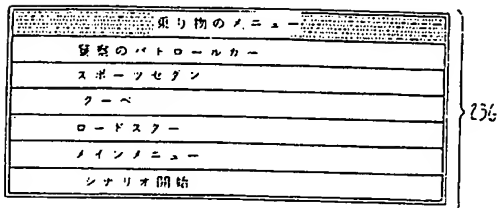


図 9

トラック： 判 定  
乗 り 物： 警 察  
天 候： 日 中

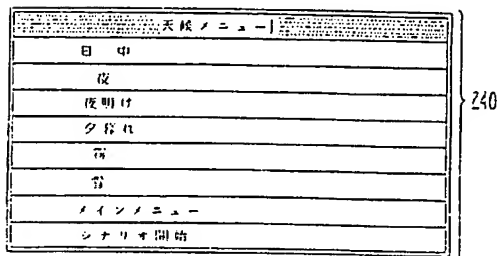


図 10

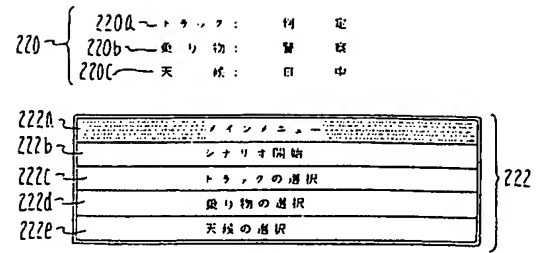


図 7

トラック： 判 定  
乗 り 物： 警 察  
天 候： 日 中

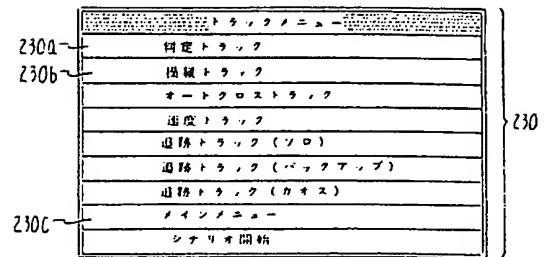


図 8

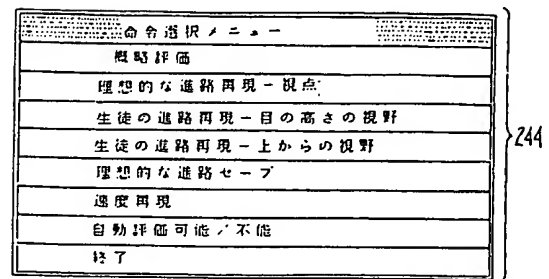
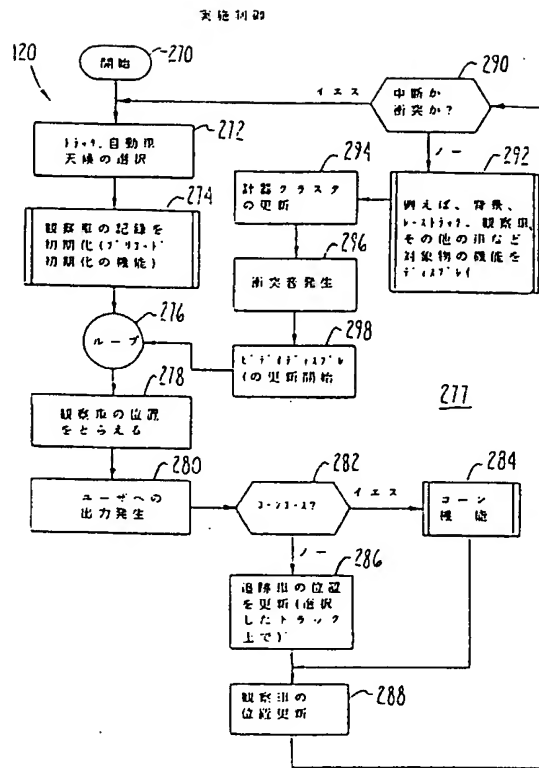
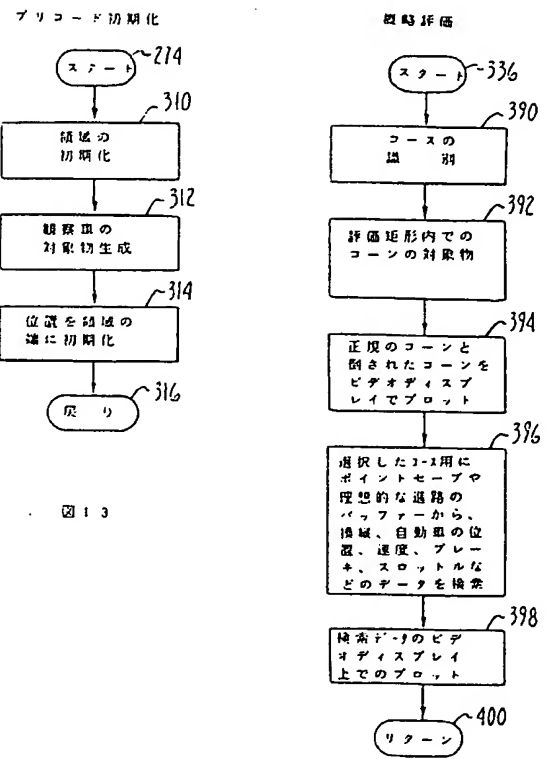


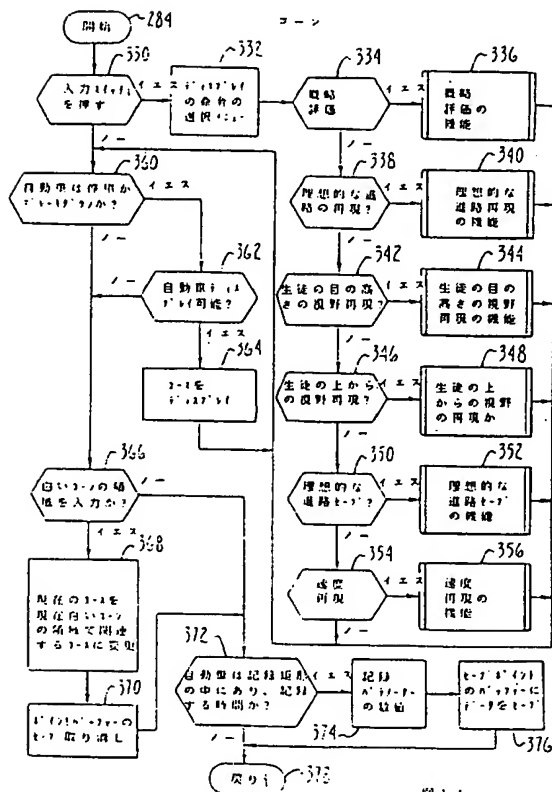
図 11



2



**FS**



1 5

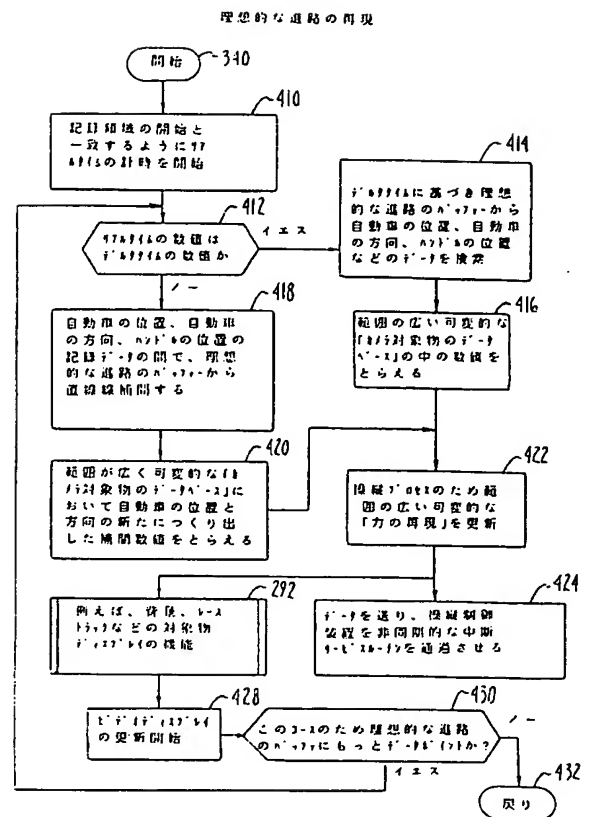


Figure 1

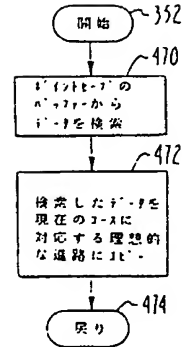
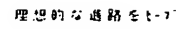
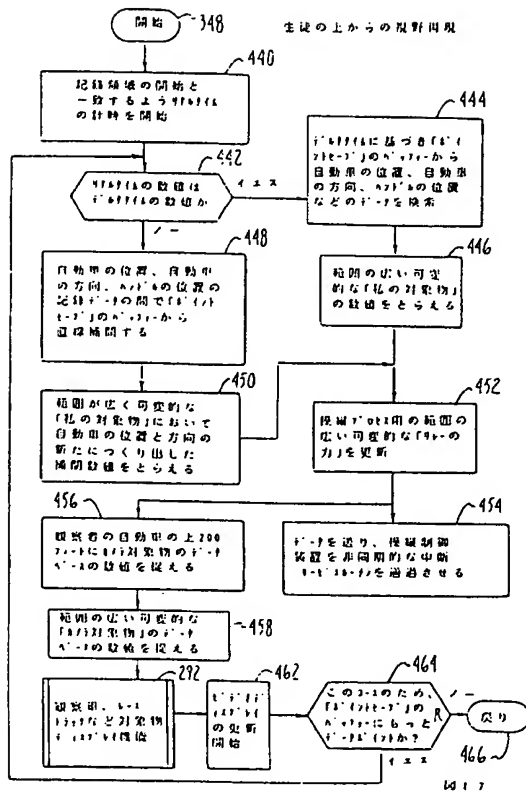
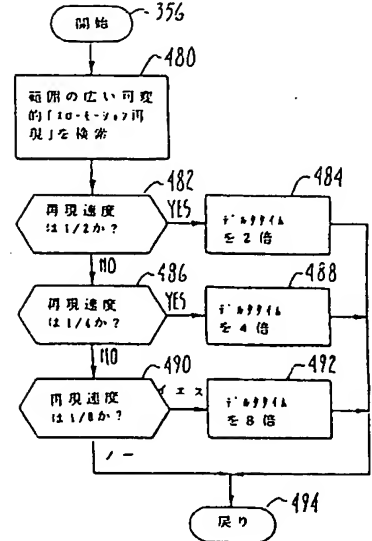
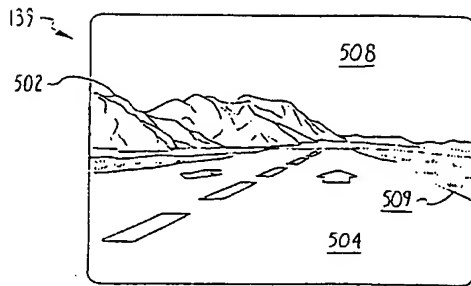


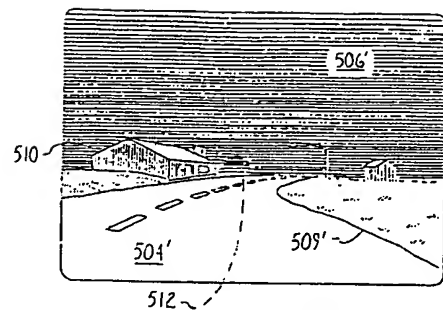
图 1.8



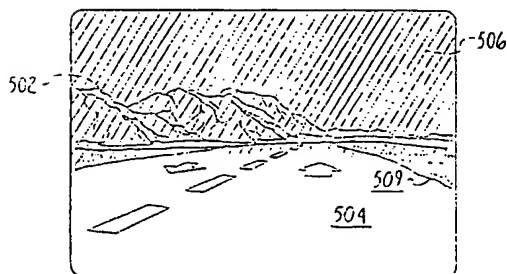
19



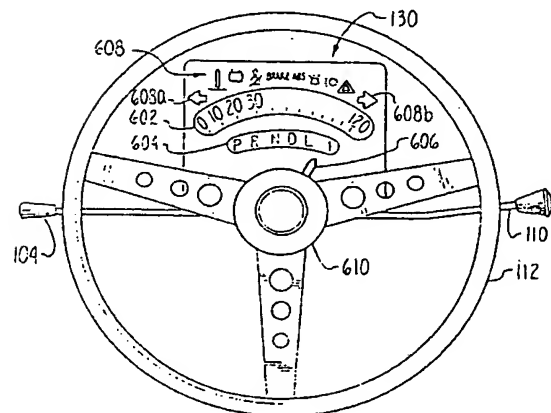
20 a



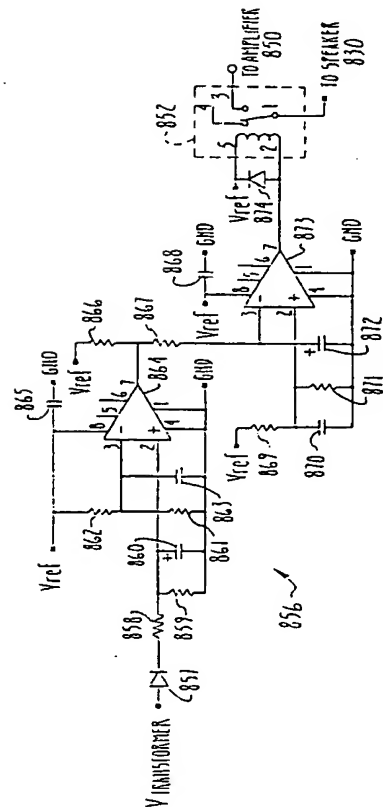
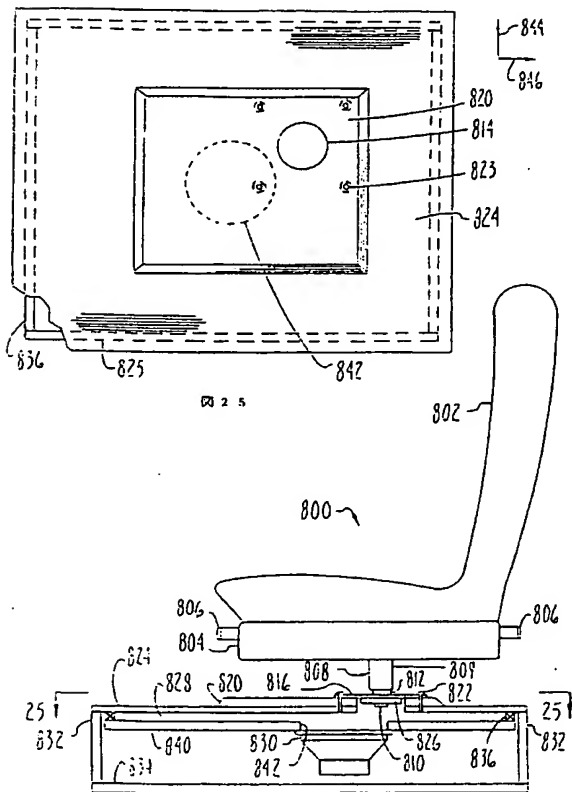
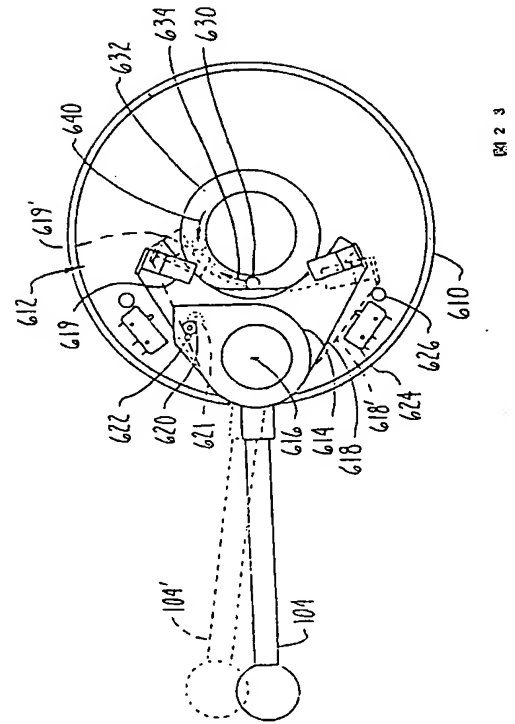
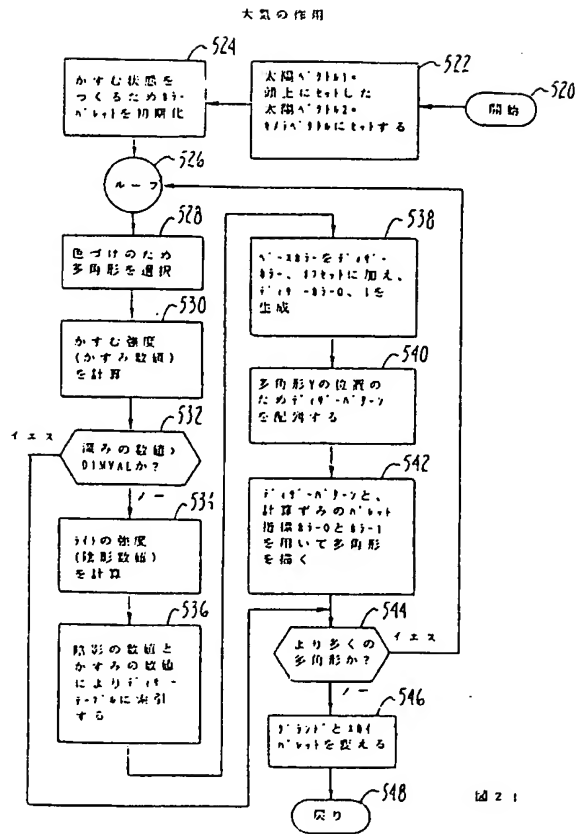
20 c



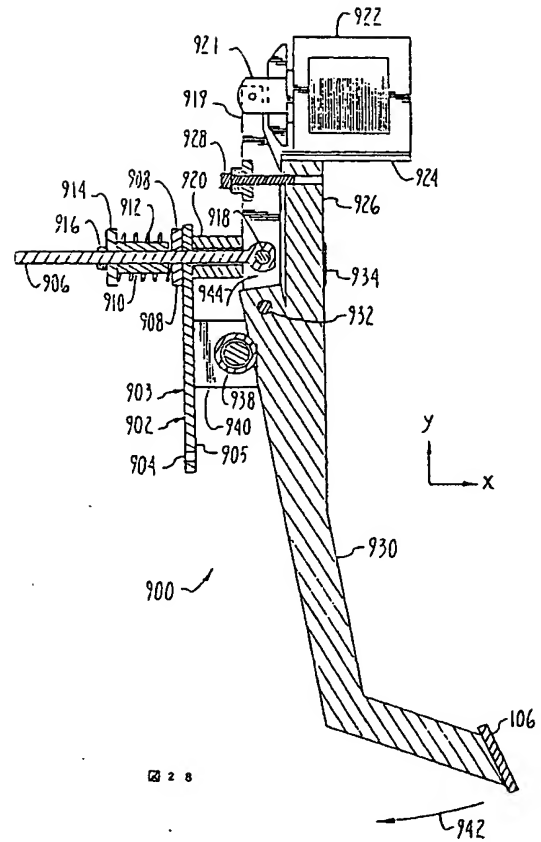
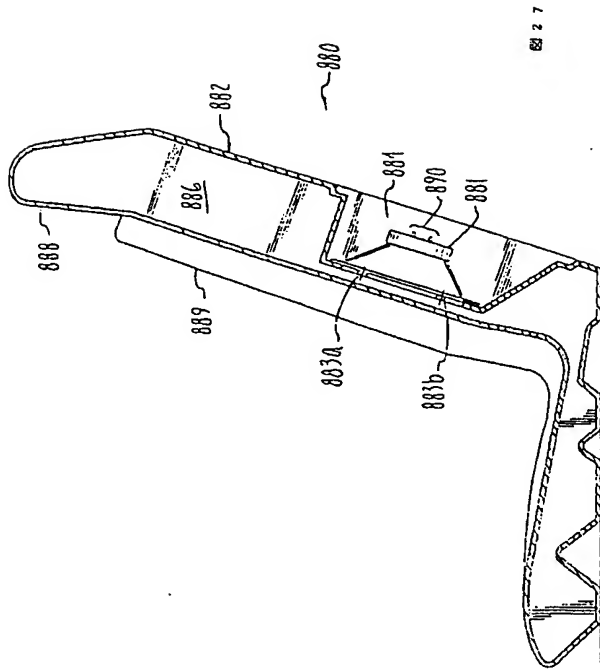
**20b**



**2 2**







補正書の翻訳文提出書(特許法第184条の8)

平成6年11月22日

特許庁長官 殿

1. 特許出願の表示

国際出願番号 PCT/US93/04845

2. 発明の名称

成績データのフィードバックを備えたドライバー訓練システム

3. 特許出願人

住所 アメリカ合衆国 95035、カリフォルニア  
ミルピタス、シカモア ドライブ 675番地  
名称 アクリ ゲームズ コーポレーション  
国籍 アメリカ合衆国

4. 代理人

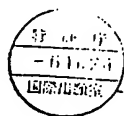
住所 〒103東京都中央区東日本橋3丁目4番10号  
ヨコヤマビル6階  
氏名 8924 井理士 遠山

5. 補正書の提出年月日

1994年5月16日

6. 添付書類の目録

(1) 補正書の翻訳文



1通

特許請求の範囲

1. シミュレートした領域で、シミュレートした乗り物の操作を制御する複数のシミュレートした入力装置と、

複数の入力装置に 대응して、シミュレートした領域でシミュレートした乗り物の位置情報を判定し、少なくとも、部分的にはシミュレートした領域でのシミュレートした乗り物の位置情報に基いて、複数の制御信号を供給するコンピュータと、

複数の制御信号に基いて、ユーザーにシミュレートした領域の画面を供給するビデオディスプレイと、

コンピュータからの制御信号に基いて、ユーザーにフィードバック信号を供給するフィードバック・システムとを具備することを特徴とする、シミュレートした乗り物のユーザー用のドライバー訓練システム。

2. 前記のフィードバック・システムがシミュレートした環境におけるシミュレートした乗り物の操作を制御する際のユーザーの成績を表す成績フィードバック信号を供給することを特徴とする請求項1記載のシステム。

3. 少なくともひとつの入力手段が入力装置の位置を示す入力装置装置の状態のセットを生成し、前記のコンピュータが現在のルートのバッファを含む複数のバッファを有するメモリを含み、前記のコンピュータが現在のルートを走行する間に選択した時にメモリの中の現在のルート・バッファに入力装置の状態を格納し、フィードバック・システムがビデオディスプレイに入力装置の状態を示す図示をディスプレイすることを特徴とする請求項2記載のシステム。

4. 前記の入力装置がハンドル、トランスミッション・シフター、ガソリン・ペダル、ブレーキ・ペダルと方向指示器とを含むことを特徴とする請求項3記載のシステム。

5. メモリーに格納する入力装置の状態が、ハンドルの位置、ガソリン・ペダルの位置、ブレーキ・ペダルの位置の少なくともひとつを表示することを特徴とする請求項4記載のシステム。

6. 現在のルート・バッファが現在のルートを走行する間におけるシミュレートした環境におけるシミュレートした乗り物の位置情報をさらに含むことを特



## 国際調査報告

International application No.  
PCT/US 93/04845

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category <sup>1</sup>	Phrase of documents, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US, A, 4750888 (ALLARD ET AL.), 14 June 1988 (14.06.88), column 2, line 55 - line 68; column 3, line 1 - line 27, figure 1	1
A	--	2-17
X	US, A, 4383827 (FOERST), 17 May 1983 (17.05.83)	1
A	--	2-17
X	US, A, 4150497 (WEBER), 24 April 1979 (24.04.79)	1
A	--	2-17
X	US, A, 4077138 (FOERST), 7 March 1978 (07.03.78), column 1, line 1 - line 57	1, 5, 9-13, 17
A	--	2-4, 14-16

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (July 1993)

## 国際調査報告

SA 1264

International application No.  
PCT/US 93/04845

From document not in search report	Publication date	From family member(s)	Publication date
WD-A1- 9202916	20/02/92	CA-A- 2067132	02/02/92
		EP-A- 0495083	22/07/92
		JP-T- 5501981	15/04/93
		WD-A- 9202917	20/02/92
WD-A1- 9202915	20/02/92	EP-A- 0495086	22/07/92
		JP-T- 5502121	15/04/93
		US-A- 5197003	23/03/93
US-A- 4750888	14/06/88	AU-A- 3668984	05/09/85
		CA-A- 1253336	02/05/89
		DE-A- 3469325	17/03/88
		EP-A, B- 0145558	19/06/85
		FR-A, B- 2556866	21/06/85
US-A- 4383827	17/05/83	DE-A, C- 2926654	08/01/81
		JP-A- 56035166	07/04/81
US-A- 4150497	24/04/79	NONE	
US-A- 4077138	07/03/78	DE-A, B, C 2521110	18/11/76
		DE-A- 3032250	01/04/82
		DE-A- 3045041	03/07/82
		JP-C- 1375864	22/04/87
		JP-A- 51141041	04/12/76
		JP-A- 58171073	07/10/83
		JP-B- 61040994	12/09/86

Form PCT/ISA.310 (if from family sheet) (July 1993)

フロントページの続き

(81) 指定国 EP (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, M C, NL, PT, SE), JP

(72) 発明者 ウィンブラド, ウェイド オーエン  
アメリカ合衆国, 94542, カリフォルニア,  
ヘイワード, ヘイワード ブルバード  
25524 番地